

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



**PCT**

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H02K 7/09, F04D 29/04, 13/06, 5/00, 29/42, 1/00, A61M 1/10</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/31934</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Oktober 1996 (10.10.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH96/00117 (22) Internationales Anmeldedatum: 2. April 1996 (02.04.96)  (30) Prioritätsdaten: 943/95-8 3. April 1995 (03.04.95) CH  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SULZER ELECTRONICS AG [CH/CH]; Hegfeldstrasse 30, CH- 8409 Winterthur (CH). LUST ANTRIEBSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Gewerbestrasse 5-9, D-35633 Lahnau (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÖB, Reto [CH/CH]; Ackerstrasse 75E, CH-8604 Volketswil (CH). HUGEL, Jörg [CH/CH]; Russenweg 34, CH-8008 Zürich (CH). MENDLER, Niklaus [DE/DE]; Hillmaierfeld 17, D-82335 Berg (DE).  (74) Anwalt: SULZER MANAGEMENT AG; KS/Patente/0007, Zürcherstrasse 12, CH-8401 Winterthur (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: BR, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: ROTARY MACHINE WITH AN ELECTROMAGNETIC ROTARY DRIVE

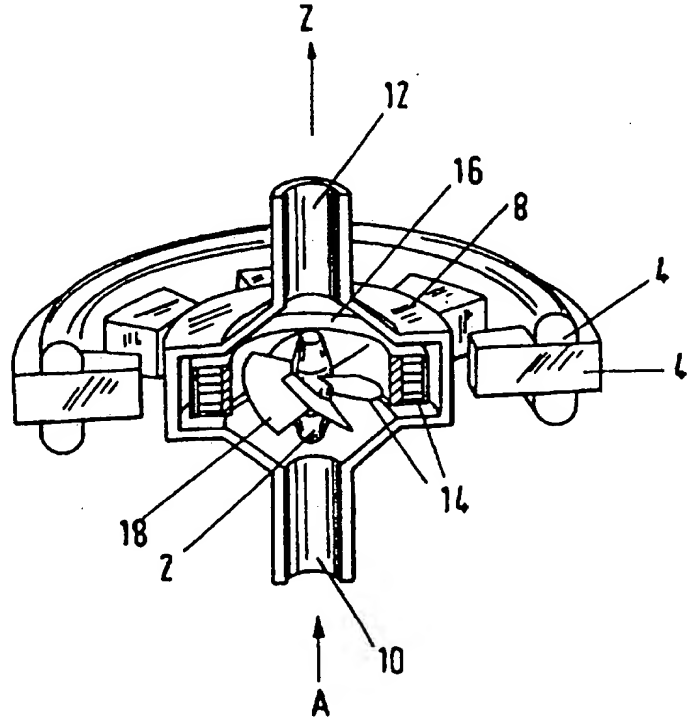
(54) Bezeichnung: ROTATIONSMASCHINE MIT ELEKTROMAGNETISCHEM DREHANTRIEB

(57) Abstract

The invention concerns a rotary machine which comprises a driven rotor (2) and an electric motor (4, 14), with a stator (4) and a driving rotor. The stator (4) is also in the form of an electromagnetic bearing (4, 14) for the driving rotor (14). The driving rotor (14) of the electric motor (4, 14) forms a rotor unit (2, 14) with the driven rotor (2), i.e. the two rotors (2, 14) form an integral rotor (2, 14). The rotary machine can, for example, be a rotary pump, centrifugal pump, centrifuge or an agitator. The rotor (2, 14) can be constructed such that it is easily removable from the stator (4).

(57) Zusammenfassung

Die Rotationsmaschine umfasst einen angetriebenen Rotor (2) und einen elektrischen Motor (4, 14), mit einem Stator (4) und einem antreibenden Rotor. Der Stator (4) ist auch als elektromagnetisches Lager (4, 14) für den antreibenden Rotor (14) ausgebildet, und der antreibende Rotor (14) des Elektromotors (4, 14) bildet mit dem angetriebenen Rotor (2) der Rotationsmaschine eine Rotoreinheit (2, 14), d.h. die beiden Rotoren (2, 14) bilden einen Integralrotor (2, 14). Die Rotationsmaschine kann beispielsweise eine Rotationspumpe, Zentrifugalpumpe, Zentrifuge oder ein Rührwerk sein. Der Rotor (2, 14) kann vom Stator (4) leicht entfernbar konstruiert sein.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

5

10

Rotationsmaschine mit elektromagnetischem Drehantrieb

15

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Drehantrieb nach dem Oberbegriff des Patentanspruch 1. Weiter bezieht sich die Erfindung auch auf mit derartigen Drehantrieben angetriebene Pumpen und Rührwerke.

20

Kreiselpumpen mit hermetisch abgeschlossenen Pumpengehäusen kommen dann zur Verwendung, wenn eine vollständige Trennung zwischen dem zu fördernden Fluid und der Umgebung gefordert wird. Obwohl diese Forderung mit Schlauchquetschpumpen leichter zu erfüllen wäre als mit Rotationspumpen, sind Schlauchquetschpumpen, sog. peristaltische Pumpen, häufig nicht einsetzbar, weil durch ihre spezifische Konstruktion bei ihrem Betrieb Scherkräfte auf das Fluid wirken, durch welche es in seiner Struktur beeinträchtigt wird.

25

30

Insbesondere in pharmazeutischen und medizinischen Anwendungsbereichen, wo mechanisch empfindliche Fluide mit langen Molekülketten oder mit Zellen, die empfindliche Zellwände besitzen, zu fördern sind, besteht die

35

Notwendigkeit, Rotationspumpen einzusetzen. Beispielsweise besteht bei der Förderung von Blut die Gefahr, dass infolge solcher Scherkräfte eine Hämolyse auftritt, was dazu führt,

dass das Blut unbrauchbar wird. Anders als in Kolbenpumpen sind die Fluide in Kreiselpumpen kaum Scherkräften ausgesetzt, so dass lange Moleküle und empfindliche Zellen bei ihrer Förderung geschont werden.

5

Eine strikte stoffliche Isolierung des zu fördernden Fluids kann aus zwei verschiedenen Gründen notwendig sein: einerseits soll dadurch ein Ausströmen in die Umgebung selbst geringster Fluidmengen verunmöglicht werden, wenn kontaminierende Stoffe gefördert werden; andererseits soll ein Eindringen von Fremdstoffen irgendwelcher Art in das Fluid verhindert werden, wenn dieses höchsten Anforderungen bezüglich seiner Reinheit genügen muss, was vor allem bei einem Einsatz der Pumpe im chemischen, pharmazeutischen oder medizinischen Bereich der Fall ist. Besonders für diese Anwendungsbereiche besteht die stoffliche Isolierung des zu fördernden Fluides nicht nur darin, den Zutritt von Umgebungsluft zu verunmöglichen; es soll auch verhindert werden, dass Abriebpartikel von relativ zueinander bewegten Bauteilen der Antriebsvorrichtung, der Lagervorrichtung oder einer Dichtungsanordnung oder Schmierstoffe in das Fluid gelangen.

10

Während Operationen am offenen Herzen werden zur Aufrechterhaltung des Blutkreislaufes Pumpen der eingangs genannten Art verwendet, wobei das zu fördernde Fluid das Blut des Patienten ist. Es versteht sich von selbst, dass dabei höchste Ansprüche bezüglich der Reinhaltung des zu fördernden Fluids gestellt werden.

25

Bei der Verwendung von konventionellen Antriebsvorrichtungen, Lagervorrichtungen und Gleitringdichtungen war es nicht möglich, das Pumpengehäuse vollständig gegen die Umgebung abzudichten und gleichzeitig die Entstehung von Abriebpartikeln zwischen relativ zueinander bewegten Bauteilen und den Zutritt von solchen

30

35

Abriebpartikel und von Schmierstoffen zum Fluid zu verhindern.

5 Mit den seit längerer Zeit bekannten magnetischen Lagern wurde es möglich, konventionelle Wälz- oder Gleitlager durch eine Lagervorrichtung zu ersetzen, der nicht nur eine berührungsfreie Lagerung, beispielsweise in der Art eines Auftriebs-Gleitlagers, sondern auch eine ungeschmierte Lagerung ermöglicht.

10

Einen weiteren Fortschritt in derselben Richtung ist die Entwicklung von Drehstrommotoren mit einer Trennung zwischen dem Stator und dem Rotor, sog. Spaltrohrmotoren.

15 EP-0 551 435 beispielsweise beschreibt einen elektromagnetischen Drehantrieb für eine Rotationspumpe mit einem hermetisch abgeschlossenen Pumpengehäuse und einem Pumpenrotor, der mittels einer berührungsfreien Lagervorrichtung gelagert und über einen Spaltrohrmotor  
20 angetrieben wird.

Dieser elektromagnetische Drehantrieb für die Pumpe ist aufwendig konstruiert und relativ voluminös, wobei insbesondere ihre axiale Abmessung gross ist. Die  
25 Magnetlager brauchen viel Platz.

Die Aufgabe der Erfindung ist es einen verbesserten, kompakten und einfachen elektromagnetischen Drehantrieb, für Rotationspumpe, Mischer, Rührwerke und andere  
30 Einrichtungen zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss mit einem elektromagnetischen Drehantrieb gelöst, der die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Patentanspruch 1 aufweist.  
35 Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung

Beim erfindungsgemässen elektromagnetischen Drehantrieb für Einrichtungen wie Rotationspumpen, u.s.w. bildet die Lagervorrichtung und die Antriebsvorrichtung nach dem Prinzip des sogenannten lagerlosen Motors eine kombinierte, berührungsfreie und schmierstofffreie Lager / Antriebs- Vorrichtung, deren kombinierter Lager/-Antriebsrotor so ausgebildet ist, dass er neben der Funktion des Rotors des Elektromotors, auch die Funktion des Rotors der Einrichtung, also beispielsweise eines Pumpenrotors, Mischerrotors oder Rührwerksrotors übernimmt. Man nennt solche Rotoren Integralrotoren.

Das Prinzip des 'lagerlosen' Motor besteht darin, dass einerseits der Rotor einer Drehfeldmaschine und eine gelagerte Wellenanordnung den erwähnten kombinierten Lager/Antriebs- Rotor ergeben und dass anderseits der Stator der Drehfeldmaschine und der nicht drehende Teil einer Lagervorrichtung einen Lager/Antriebs-Stator ergeben. Bei der Anordnung eines 'lagerlosen Motors' als Lager/Antriebs-Vorrichtung einer Rotationspumpe sind das Pumpengehäuse und der Lager/Antriebs-Stator im Betrieb ortsfest, während der Lager/Antriebs-Rotor sowie der Pumpenrotor zwei drehbaren Bauteile wären, welche beiden Bauteile nun erfindungsgemäss zusammen den Integralrotor bilden.

Erfindungsgemäss besitzt der Drehfeldmotor eine Antriebswicklung mit der Polpaarzahl  $p$  und eine Steuerwicklung mit der Polpaarzahl  $p+1$  oder  $p-1$ ; die Drehung des Integralrotors um seine Rotationsachse wird über die Antriebswicklung aktiv gesteuert oder geregelt, und die Position des Integralrotors in der senkrecht zur Rotationsachse verlaufenden Ebene wird aber die Steuerwicklung aktiv geregelt. Die Position des Integralrotors in Richtung der Rotationsachse und seine Verkippung gegenüber der genannten Ebene werden durch Reluktanzkräfte passiv stabilisiert.



Mit der erfindungsgemässen Konstruktion, welche durch die Schaffung des Integralrotors eine Sonderform des 'lagerlosen Motors' für eine Rotationspumpe darstellt, wird es möglich, äusserst kompakte Rotationspumpe zu bauen.

5

Bei bei der Verwendung eines solchen elektromagnetischen Drehantriebs, z.B. einer Rotationspumpe zum Fördern von Fluiden, die ausserordentlich verschmutzungsanfällig sind, etwa von Blut während einer Operation am offenen Herzen, besteht die Notwendigkeit, nach Gebrauch alle vom Blut berührten Teile perfekt zu säubern bzw. sämtliche Blutreste zu entfernen, bevor die Rotationspumpe für eine weitere Operation verwendet wird; der Grund besteht darin, dass unter allen Umständen vermieden werden muss, dass Blut eines ersten Patienten in den Blutkreislauf von weiteren Patienten gelangt, weil fremdes Blut im allgemeinen zu unerwünschten, sogar lebensgefährdenden Reaktionen führen kann. Da eine einwandfreie Reinigung der Pumpe nicht möglich ist, gibt es zur Vermeidung jeder Gefahr für den Patienten keine andere Möglichkeit, als die Rotationspumpe oder mindestens die vom Blut berührten Teile der Rotationspumpe nach jedem Gebrauch zu ersetzen. Dies bedeutet, dass bei der hohen Anzahl derartiger Operationen die finanziellen Aufwendungen allein für die Rotationspumpe beträchtlich sind. Durch den Einsatz der erfindungsgemässen Rotationspumpe mit dem neuen Integralrotor lassen sich bei geeigneter konstruktiver Ausführung beträchtliche Einsparungen erzielen, indem man eine Konstruktionsart wählt, bei welcher das Pumpengehäuse mit dem darin aufgenommenen Integralrotor von aussen frei zugänglich und leicht ausbaubar sein. Nur diese beiden Teile werden durch das zu fördernde Fluid berührt und verunreinigt und müssen nach jeder Operation ersetzt werden. Sie werden daher als Wegwerfeinheit gestaltet, während die übrigen Bauteile nicht ausgetauscht werden müssen sondern für eine grosse Anzahl von Operationen verwendet werden können.

Der Integralrotor, der aus den elektromagnetisch wirksamen Bauteilen des Lager/Antriebs-Rotors und aus dem Rotor der angetriebenen Einrichtung, also etwa dem Pumpenrotor besteht, ist bevorzugt so ausgebildet, dass er eine  
5 ringförmige Rotorscheibe aufweist, in welcher die genannten elektromagnetisch wirksamen Bauteile aufgenommen sind und an welcher Rotorscheaufeln befestigt sind.

Die erwähnten elektromagnetisch wirksamen Bauteile der  
10 Rotorscheibe des Integralrotors umfassen Magnete wie Ringmagnete, Scheibenmagnete oder Schalenmagnete sowie je nach ausgewähltem Typ des Drehfeldmotors Eisen wie Rückschlusseisen oder Eisenkreuze und Wicklungen; sie können in miteinander verschweisste Teile der Rotorscheibe  
15 eingebettet oder an der Rotorscheibe mittels einer Spritzmasse so angespritzt sein, dass sie von der Spritzmasse vollständig ummantelt sind.

Damit der Integralrotor und das Rotorgehäuse, welche in  
20 gewissen Fällen wie erwähnt als Wegwerfeinheit ausgebildet sind, preisgünstig hergestellt werden können, ist es vorteilhaft, sie so auszubilden, dass alle vom Fluid berührten Teile aus Kunststoff bestehen. Andernfalls müssten kostspielige Materialien verwendet werden, da bei  
25 der Auswahl des Materials einerseits darauf zu achten ist, dass keine chemischen Reaktionen zwischen dem Material und dem Fluid ablaufen und andererseits vermieden werden muss, dass die zum Antrieb und zur Steuerung notwendigen elektromagnetischen Felder gestört werden.

30 Das Pumpengehäuse kann zusätzlich zu dem erwähnten, axialen Einlass einen weiteren, dem ersten gegenüberliegenden Einlass für das Fluid aufweisen. Der Einfluss, den eine entsprechende Konstruktion in Bezug auf die  
35 Druckverhältnisse und die erforderlichen Massnahmen zur Steuerung der Position des Integralrotors hat, wird später erläutert.

Entsprechend ist es möglich, das Pumpengehäuse so zu konstruieren, dass es zusätzlich zum erwähnten, mindestens annähernd radialen Auslass einen weiteren Auslass aufweist, der zentralsymmetrisch zum ersten Auslass angeordnet ist.

5 Auch die dadurch entstehenden Einflüsse auf die Druckverhältnisse und die erforderlichen Massnahmen zur Steuerung der Position des Integralrotors werden später erläutert.

10 Die Rotationspumpe nach der Erfindung kann als Axialpumpe ausgebildet sein. Dabei werden die Rotorscheufeln durch Flügel eines Flügelrades gebildet, das bevorzugt am inneren Rand der Rotorscheibe des Integralrotors befestigt ist. Meistens wird jedoch eine Zentrifugalpumpe verwendet, da  
15 sie die Erzeugung eines höheren Druckes erlaubt. Das Prinzip der kombinierten Lagerung und des Antriebs einer Einrichtung wie z.B. eines Pumpenrotors, lässt sich auch auf alle anderen Arten von Kreiselpumpen wie  
20 Seitenkanalpumpen, Peripheralpumpen, Teslapumpen oder Flüssigkeitsringpumpen, Mischeinrichtungen oder auf andere Einrichtungen übertragen, die drehanzutreiben sind.

Bei einem einfachen Typ einer Zentrifugalpumpe sind Rotorscheufeln lediglich an einer Fläche der ringartigen  
25 Rotorscheibe des Integralrotors vorgesehen.

Es ist aber auch möglich, an beiden Flächen des Integralrotors Rotorscheufeln anzuordnen, oder die Rotorscheufeln in einem Laufrad zu integrieren.

30 Der Lager/Antriebsrotor kann als axial kurz ausgebildeter, herkömmlicher Drehstrom-Stator, mit einer Antriebswicklung der Polzahl  $p$  und einer Steuerwicklung der Polzahl  $p+1$  oder  $p-1$  ausgeführt sein. Weil bei einer solchen Konstruktion  
35 aufgrund der kurzen Länge des Stators im Vergleich zu seinem Durchmesser sich nur ein kleiner Teil der Wicklung in der Nut befindet, hat eine solche Ständerkonstruktion

erhebliche Nachteile. Ein so konstruierter Ständer, hat nicht nur eine sehr grosse Wickelkopfstreuung, sondern der Wirkungsgrad ist schlecht. Zudem wird es beispielsweise bei einer Zentrifugalpumpe schwierig sein, den Anschluss-Stutzen zwischen den Wickelköpfen hindurch zu führen.

Der Lager/Antriebs-Stator ist im allgemeinen so ausgebildet, dass er mehrere längliche, um den Integralrotor angeordnete Spulenkerne mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss aufweist. Dabei enthält jeder Spulenkern eine Teilwicklung für jeden Wicklungsstrang der Antriebswicklung mit der Polpaarzahl  $p$  und eine Teilwicklung für jeden Wicklungsstrang des Wicklungsstrangs der Steuerwicklung mit der Polpaarzahl  $p+1$  oder  $p-1$ . Eine sinus-förmige geometrische Verteilung der Antriebsdurchflutung und der Steuerdurchflutung wird angenähert durch das Verhältnis der Windungszahlen der Teilwicklungen eines Wicklungsstranges. So wird eine Konstruktion erreicht, die mit sehr kurzen Wickelköpfen auskommt. Es ist möglich, dass mindestens eine der Teilwicklungen die Windungszahl null aufweist.

Bei einer üblichen Ausführungsform sind die oben erwähnten Spulenkerne radial zur Rotationsachse des Integralrotors angeordnet. Die Spulenkerne und das Rückschlusseisen können dabei eine Einheit bilden. Diese Einheit kann beispielsweise aus einzelnen Blechen mit langen Nuten geschichtet sein.

Bei einem weiteren, bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die Spulenkerne die Form von "L" auf, wobei die einen Schenkel der "L" parallel zur Rotationsachse des Integralrotors angeordnet sind und die anderen Schenkel der "L" radial einwärts zu dieser Rotationsachse gerichtet sind, um den Fluss radial zum Integralrotor zu führen. Ein Drehfeldmotor mit einer solchen Rotor-Geometrie kann als Tempelmotor bezeichnet werden. Der Tempelmotor eignet sich

besonders zur Aufnahme einer austauschbaren, als Wegwerfeinheit konzipierten Anordnung aus Pumpengehäuse und Integralrotor.

- 5 Der Antriebsteil der Lager/-Antriebs-Vorrichtung kann nach dem Prinzip eines Synchronmotors oder Induktionsmotors ausgebildet sein. Der Synchronmotor führt im allgemeinen zu Konstruktionen mit höherem Wirkungsgrad und vor allem geringeren Rotorverlusten. Im besonderen kann für diesen
- 10 Synchronmotor eine Konstruktion nach dem Prinzip des Reluktanzmotors oder des permanentmagnetisch erregten Synchronmotors gewählt werden.

- Als Teil der Steuer- oder Regeleinrichtung der neuen
- 15 Rotationspumpe kann, um den Antriebsflusswinkel zu bestimmen, der für die Steuerung des Antriebs des lagerlosen Motors notwendig ist, eine entsprechende Einrichtung vorgesehen sein.

- 20 Diese Einrichtung kann beispielsweise eine oder mehrere Flusssonden enthalten. Die neue Rotationspumpe kann im weiteren als Teil ihrer Steuer-oder Regeleinrichtung eine Detektoreinrichtung zur Bestimmung der Position des Integralrotors besitzen. Eine solche Detektoreinrichtung
- 25 weist im allgemeinen einen X-Y-Detektor auf, mittels welchem die Position des Integralrotors in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse bestimmbar ist. Der X-Y-Detektor kann eine oder mehrere Flusssonden enthalten.

- 30 Ein bevorzugter X-Y-Detektor weist mehrere symmetrisch verteilte Flusssonden auf, um die Teilflüsse an diskreten Stellen zu ermitteln. Aus den Teilflüssen werden zusätzlich zum Antriebsflusswinkel durch den Drehwinkel des
- 35 Drehfeldmotors die X-Komponente und die Y-Komponente der Position des Integralrotors bestimmt. Dies geschieht durch gewichtete Summation der Teilflüsse über jeweils den halben

Umfang in positiver und negativer X-Richtung sowie in positiver und negativer Y-Richtung, durch Betragsbildung der ermittelten Summen und anschliessende Differenzbildung der Anteile in positiver und negativer X-Richtung sowie der  
5     Anteile in positiver und negativer Y-Richtung.

Die für die Regelung des Antriebs und/oder die Regelung der Position des Integralrotors in der X-Y-Ebene verwendeten Flussonden können beispielsweise im Luftspalt zwischen dem  
10     Pumpengehäuse und dem Lager/Antriebs-Stator und dem Pumpengehäuse angeordnet sein.

Es ist auch möglich, die Flussonden im Kern der länglichen Spulen vorzusehen. Die Flussonden können beispielsweise  
15     Hall-Elemente oder magnetoresistive Flussonden sein. Die Befestigung der Flussonden kann an einem Zahn des Stators des Drehfeldmotors, beispielsweise durch Klebung, vorgenommen werden. Eine andere Möglichkeit zur Befestigung der Flussonden besteht darin, sie in Ausnehmungen des  
20     Stators einzubetten.

Der X-Y-Detektor kann auch so ausgebildet sein, dass er einen Wirbelstromdetektor enthält um in der senkrecht zur Rotationsachse des Integralrotors verlaufenden X-Y-Ebene  
25     den Abstand zu einer im Integralrotor vorhandenen leitfähigen Schicht zu messen. Diese leitfähige Schicht kann beispielsweise aus einem Metallring oder einer dünnen Metallschicht oder aus dem aus leitfähigem Material wie NdFe gefertigten Rotormagneten selbst gebildet sein.  
30     Anstelle eines einzigen Wirbelstromdetektors können auch in X- und Y-Richtung je zwei einander gegenüberliegende Wirbelstromdetektoren angeordnet sein, welche Detektorsignale abgeben. Auf diese Weise lassen sich die X- und die Y-Komponente der Position des Integralrotors in der  
35     quer zur Rotationsachse verlaufenden X-Y-Ebene bestimmen.

Der X-Y-Detektor kann auch so ausgebildet sein, dass er Sensorwicklungen enthält, welche zusätzlich zur Antriebswicklung und zur Steuerwicklung im Stator des Drehfeldmotors angeordnet sind, um die Position des Integralrotors in der quer zu seiner Rotationsachse verlaufenden X-Y-Ebene mittels Auswertung der elektrischen Impedanz dieser Sensorwicklungen zu bestimmen.

Eine weitere Möglichkeit, den X-Y-Detektor auszubilden, besteht darin, eine optische Einrichtung vorzusehen, durch welche die Position des Integralrotors in der quer zu seiner Rotationsachse verlaufenden X-Y-Ebene mit Hilfe von Licht gemessen werden kann, dessen Wellenlänge im optischen Fenster des Fluids liegt.

Die erwähnte Detektoreinrichtung kann neben dem X-Y-Detektor, von welchem verschiedene Varianten ausführlich dargelegt worden sind, auch einen Z-Detektor besitzen, um die axiale Position des Integralrotors zu erfassen und ein entsprechendes Z-Positionssignal zu emittieren.

Dabei kann das ermittelte Z-Positionssignal den Ist-Wert für die Bestimmung eines Regelsignals für eine regeltechnische Stabilisierung der axialen Position des Integralrotors bilden. Zu einer solchen regeltechnischen Stabilisierung der axialen Position des Integralrotors kann auch ein Magnetisierungsstrom mit einer Stromkomponente in der Antriebsflussrichtung des Lager/Antriebsektors aufgebracht werden.

Die neue Rotationspumpe weist vorzugsweise eine Druckbestimmungsvorrichtung auf, mit welcher aus dem Z-Positionssignal oder aus dem daraus ermittelten Regelsignal der Pumpendruck bestimmbar ist.

35

Im allgemeinen ist die neue Rotationspumpe auch mit einer Durchflussbestimmungsvorrichtung ausgerüstet, welche aus dem Z-Positionssignal sowie der Drehzahl des Integralrotors und der drehmomentbildenden Komponente des Antriebsstroms den zeitlichen Durchfluss des Fluids bestimmt.

Im folgenden wird die Erfindung und werden weitere Eigenschaften und Vorteile des erfindungsgemässen elektromagnetischen Drehantriebs anhand von schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen wie Rotationspumpen und Rührwerken sowie Einzelheiten davon beschrieben. Es zeigt:

- 15 Fig. 1 eine Rotationspumpe nach der Erfindung in einer schematischen Schnitt-Darstellung durch die Rotationsachse;
- 20 Fig. 2 ein Pumpengehäuse mit einem Integralrotor, in einer ersten Ausführungsform, in einem Schaubild;
- 25 Fig. 3 ein Pumpengehäuse mit einem Integralrotor, in einer zweiten Ausführungsform, in einem Schaubild;
- 30 Fig. 4 eine Rotationspumpe mit zusätzlicher mit zusätzlichem Axialpositionssensor, in stark vereinfachter Darstellung, in einem Schnitt längs der Rotationsachse;
- 35 Fig. 5 eine weitere Rotationspumpe mit zusätzlichen Axialpositionssensor und zusätzlicher Axialwicklung, in gleicher Darstellung wie Fig. 3, in vereinfachter Darstellung, in einem Schnitt längs der Rotationsachse;



- Fig. 6 einen Integralrotor für eine Axialpumpe, in einem Schaubild;
- 5 Fig. 7 einen Integralrotor für eine Zentrifugalpumpe, in einem Schaubild;
- 10 Fig. 8 einen Integralrotor für eine Zentrifugalpumpe, zur Verwendung mit einer nach dem Prinzip des Reluktanzmotors arbeitenden Antriebsvorrichtung, in einem Schaubild;
- 15 Fig. 9 eine als Axialpumpe ausgebildete Rotationspumpe in vereinfachter Darstellung, in einem Schaubild;
- 20 Fig. 10 eine als Zentrifugalpumpe ausgebildete Rotationspumpe in vereinfachter Darstellung, in einem Schaubild;
- 25 Fig. 11 einen Lager/Antriebs-Stator mit einem Integralrotor, wobei zur Vereinfachung das Pumpengehäuse weggelassen ist, in einem Schaubild;
- 30 Fig. 12 eine Rotationspumpe mit einer als Tempelmotor ausgebildeten Lager/Antriebs-Vorrichtung, in einem Schaubild;
- 35 Fig. 13 einen Lager/Antriebs-Stator mit einem Integralrotor, in stark vereinfachter Darstellung, in einem ersten Betriebszustand, von oben und mit einem Flussensor für das Messen des Winkels;
- Fig. 14 den Lager/Antriebs-Stator mit dem Integralrotor der Fig. 11 in gleicher Darstellung wie in Fig. 11, jedoch mit einer anderen Position des

Integralrotors und mit einem Flussensor zum Positionieren des Rotors;

- 5      Fig. 15      einen weiteren Lager/Antriebs-Stator mit einem Integralrotor, in stark vereinfachter Darstellung, von oben, wobei eine mögliche Anordnung der Wirbelstrom-Distanzsensoren gezeigt ist;
- 10      Fig. 16      ein Diagramm zum Gewinnen eines linearen Positionssignals ( $U_1 - U_2$ ) durch Differenzbildung der Signale  $U_1$  und  $U_2$  gegenüber den Poitionssensoren. Darstellung des Steuerflusses in Abhängigkeit von der Position des
- 15      Integralrotors in X-Richtung;
- 20      Fig. 17      einen Stator, bei dem die Windungszahlen der Drehfeldwicklung und der Steuerwicklung so gewählt sind, dass eine sinusförmige geometrische Verteilung der Antriebsfeld-Durchflutung und der Steuerfeld-Durchflutung erreicht wird;
- 25      Fig. 18      eine Teslapumpe mit seitlich in den Tesla-Pumpenrotor zu einem Integralrotor integrierten, antreibenden Rotor;
- 30      Fig. 19      eine Teslapumpe mit einem in das Innere des Tesla-Pumpenrotors, zu einem Integralrotor integrierten antreibenden Rotor;
- 35      Fig. 20      ein Spaltrohr-Rührwerk mit einem magnetgelagerten Integral-Rühr-Rotor in einem Spaltrohr;
- Fig. 21      ein Spaltrohr-Rührwerk mit einem magnetgelagerten Integral-Rühr-Rotor in einem Spaltrohr mit einem elektromagnetischen Axial-Lager für den Integralrotor;

Fig. 22 eine weitere vorteilhafte Ausführungsform einer Lager/Antriebsvorrichtung mit Permanentmagneten im Stator

5 Die in Fig. 1 dargestellte Rotationspumpe 2 mit der Rotationsachse 3 weist einen Lager/Antriebs-Stator 4 eine nach dem Prinzip des 'lagerlosen Motors' wirkenden Lager/Antriebsvorrichtung auf. Der lagerlose Motor arbeitet nach dem Prinzip eines Drehfeldmotors. Der  
10 Lager/Antriebs-Stator 4 besitzt elektromagnetisch wirksame Bauteile 6, die später ausführlich beschrieben werden. Im Lager/Antriebs-Stator 4 ist ein Pumpengehäuse 8 mit einem axialen Einlass 10 und einem radialen Auslass 12 für ein zu förderndes Fluid angeordnet. Der Einlass 10 und der  
15 Auslass 12 dienen dazu, die Rotationspumpe 2 mit einem nicht dargestellten Leitungsnetz zu verbinden. Ein erster Pfeil A bezeichnet die Zuflussrichtung, ein zweiter Pfeil Z die Abflussrichtung des Fluids. Der Lager/Antriebs-Stator 4 und das Pumpengehäuse 8 sind ortsfeste bzw. beim  
20 Pumpenbetrieb nicht drehende Bauteile der Rotationspumpe 2. Im Inneren des Pumpengehäuses 8 befindet sich ein Integralrotor 14, der durch eine Rotorscheibe 16 und daran befestigte Rotorscheaufeln 18 gebildet wird, wobei in der Rotorscheibe 16 nicht dargestellte elektromagnetisch  
25 wirksame Bauteile des Drehfeldmotors aufgenommen sind. Der Integralrotor 14 dient gleichzeitig als Lager/Antriebs-Rotor wie auch als Pumpenrotor und ist somit der einzige drehbare Bauteil der Rotationspumpe 2.

30 Das in Fig. 2 dargestellte Pumpengehäuse 8 besitzt einen axialen Einlass 10 und einen radialen Auslass 12, eine konische obere Wandung 20 und eine im wesentlichen ebene untere Wandung 22. Im Pumpengehäuse 8 ist der  
35 Integralrotor 14 sichtbar mit der hier ringförmig ausgebildeten Rotorscheibe 16 und den Rotorscheaufeln 18, die an der oberen Fläche der Rotorscheibe 16 befestigt

sind. Ein solcher Integralrotor wird verwendet in einer als Zentrifugalpumpe ausgebildeten Rotationspumpe.

Es wurde eingangs schon erwähnt, dass die Anzahl und damit, die konstruktive Anordnung der Einlässe und Auslässe die Druckverhältnisse und damit die Lage des Integralrotors im Pumpengehäuse beeinflussen. Um diesen Einfluss in der X-Y-Ebene zu minimalisieren, ist es bei einer Ausbildung der Rotationspumpe als Zentrifugalpumpe vorteilhaft, zwei sich gegenüberliegende Auslässe vorzusehen. In diesem Zusammenhang wäre es sogar vorteilhaft, eine Vielzahl von Auslässen vorzusehen, was aber die Konstruktion stark komplizieren würde.

Das in Fig. 3 gezeigte Pumpengehäuse 8, weist einen weiteren axialen Einlass 11 und einen weiteren radialen Auslass 13 auf, wobei sich sowohl die Einlässe 10, 11 als auch die Auslässe 12, 13 jeweils gegenüberliegen. Das Pumpengehäuse 8 besitzt daher neben der oberen konischen Wandung 20 auch eine untere konische Wandung 233, und die Rotorscheibe 16 des Integralrotors 14 ist auf ihrer oberen und ihrer unteren Fläche mit Rotorscheaufeln 18 bzw. 19 bestückt.

Bei einer Ausbildung der Rotationspumpe als Axialpumpe sowie als Zentrifugalpumpe mit nur einem axialen Einlass wirkt infolge des Druckgefälles in axialer Richtung eine axiale Kraft auf den Integralrotor. Fig. 4 und Fig. 5 zeigen am Beispiel einer Zentrifugalpumpe, wie diese axiale Kraft kompensiert werden kann, indem eine zusätzliche Axialwicklung 8, 9 angeordnet werden.

Der Integralrotor 14 gemäss Fig. 6 ist für eine nach dem Prinzip einer Axialpumpe wirkende Rotationspumpe bestimmt. Er besteht im wesentlichen aus der ringförmigen Rotorscheibe 16 und einem im zentralen Freiraum dieser Rotorscheibe 16 angeordneten Flügelrad 24, dessen Flügel

die Rotorscheufeln 18 bilden. Die aufgeschnitten dargestellte Rotorscheibe 16 enthält in ihrem Inneren elektromagnetisch wirksame Bauteile für eine Lager/Antriebs-Vorrichtung mit einem als Synchronrotor  
5 wirkenden Drehfeldmotor, nämlich ein rotorseitiges Rückschlusseisen 26, einen Magneten 28 und eine leitende Schicht 30; diese Schicht 30 kann aus einem Metallring oder einer dünnen Metallschicht bestehen. Ist der Magnet 28 aus leitfähigem Material gefertigt, so kann er selbst als  
10 leitfähige Schicht benutzt werden. Sie wird als Messeinheit für die Messung der radialen Rotorposition mittels Wirbelstromdistanzsensoren genutzt.

Fig. 7 zeigt nochmals den in Fig. 3 dargestellten, in einer  
15 Zentrifugalpumpe oder Seitenkanalpumpe verwendbaren Integralrotor 14, mit den oberen Rotorscheufeln 18 und den unteren Rotorscheufeln 19 sowie mit der hier aufgeschnittenen Rotorscheibe 16, in welcher das rotorseitige Rückschlusseisen 26, der Magnet 28 und die  
20 leitende Schicht 30 eingeschlossen sind, die als rotierende Teile eines Synchronmotors zu betrachten sind.

Der in Fig. 8 dargestellte Integralrotor 14 mit der ringförmigen Rotorscheibe 16 ist für eine als  
25 Zentrifugalpumpe konzipierte Rotationspumpe bestimmt, deren Lager/Antriebs-Vorrichtung einen Drehfeldmotor besitzt, der nach dem Prinzip eines Reluktanzmotors arbeitet. Nur die obere Fläche der Rotorscheibe 16 ist mit den Rotorscheufeln 18 bestückt. In der Rotorscheibe ist ein Eisenkreuz 23  
30 eingebettet, wie es für einen Reluktanzmotor üblich ist.

Fig. 9 zeigt die als Axialpumpe ausgebildete Rotationspumpe 2 deutlicher. Das aufgeschnittene Pumpengehäuse 8 weist den axialen Einlass 10 und den hier ebenfalls axialen Auslass  
35 12 auf, wobei die Pfeile A und Z die Richtung des geförderten Fluids anzeigen. Im Pumpengehäuse 8 befindet sich der Integralrotor 14, der wie früher beschrieben durch

- die Rotorscheibe 16 und das Flügelrad 24 mit seinen als Rotorscheaufeln 18 wirkenden Flügeln gebildet wird. Im weiteren ist in Fig. 9 der Lager/Antriebs-Stator 4 sichtbar. Er besteht aus dem Statorblechpaket mit Nuten, Zähnen und Rückschlusseisen und einer in die Statornuten eingelegten Wicklung, welche aus einer Teilwicklung mit der Polzahl  $p$  und einer Teilwicklung mit der Polzahl  $n+1$  oder  $n-1$  besteht.
- Er weist mehrere symmetrisch um das Pumpengehäuse 8 angeordnete, radial gerichtete stabartige Spulenkerne 34, Wicklungen 36 und ein statorseitiges Rückschlusseisen 38 auf, welche die ortsfesten elektrisch wirksamen Bauteile 6 der Lager/Antriebs-Vorrichtung der Rotationspumpe 2 sind.
- In Fig. 10 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei welcher die Rotationspumpe 2 als Zentrifugalpumpe ausgebildet ist. Man erkennt das Pumpengehäuse 8 mit dem axialen Einlass 10 und dem hier radialen Auslass 12 sowie den Integralrotor 14 mit der ringförmigen Rotorscheibe 16 und den Rotorscheaufeln 18. Im weiteren sind die radial gerichteten Spulenkerne 34, die Wicklungen 36 und das rotorseitige Rückschlusseisen 38 vereinfacht dargestellt.
- Fig. 11 zeigt, die rotorseitigen und statorseitigen elektromagnetisch wirksamen Bauteile deutlicher. Dabei wurde das Pumpengehäuse als elektromagnetisch unwirksames Bauteil weggelassen. In der Mitte befindet sich der aufgeschnittene Integralrotor 14 mit der Rotorscheibe 16, welche mit den Rotorscheaufeln 18, 19 versehen ist. In der Rotorscheibe 16 sind, wie weiter oben beschrieben, das Rückschlusseisen 26, der Magnet 28 und die leitende Schicht 30 eingebettet. Der Integralrotor 14 ist vom ebenfalls aufgeschnittenen Lager/Antriebs-Stator umgeben, welcher die Spulenkerne 34, die Wicklungen 36 und das rotorseitige Rückschlusseisen 38 aufweist.

In Fig. 12 ist die Rotationspumpe 2 mit einer Lager/Antriebsvorrichtung dargestellt, deren Drehfeldmotor ein sogenannter Tempelmotor ist. Zur Verdeutlichung dieser Figur ist das Pumpengehäuse 8 nicht in seiner montierten Lage sondern oberhalb derselben dargestellt. Wie schon mehrfach beschrieben, weist das Pumpengehäuse 8 einen axialen Einlass 10 und einen radialen Auslass 12 auf. Es enthält den Integralrotor 14 mit der ringförmigen Rotorscheibe 16, an deren oberer Fläche die Rotorscheaufeln 18 sichtbar sind. Anstelle der radial verlaufenden Spulenkerne 34, wie sie in den Fig. 7, 8 und 9 dargestellt sind, weist der Tempelmotor symmetrisch verteilte Spulenkerne 35 auf, von denen jeder die Form eines 'L' hat. Dabei verläuft der eine lange Schenkel 35a des 'L' vertikal. bzw. parallel zur Rotationsachse 3, während der kurze Schenkel 35b des 'L' radial einwärts zur Rotationsachse 3 gerichtet ist. Der Tempelmotor unterscheidet sich in seiner elektrischen Wirkungsweise daher nicht von dem in Fig. 11 dargestellten Drehfeldmotor, erlaubt es aber besonders gut, das Pumpengehäuse 8 praktisch im Lager/Antriebs-Stator so anzuordnen, dass es zwar im montierten Zustand praktisch versenkt und somit platzsparend angeordnet ist, aber dennoch in einfacher Weise demontierbar ist. Im weiteren sind die Wicklungen 36 sowie das Rückschlusseisen 38 sichtbar.

Die obige Beschreibung bezieht sich im wesentlichen auf den konstruktiven Aufbau der Rotationspumpe mit ihrer Lager/Antriebs-Vorrichtung und der Steuerung. Im folgenden werden mögliche Massnahmen zur regeltechnischen Ausbildung der Rotationspumpe dargelegt.

Um den für die Antriebsregelung des lagerlosen Motors notwendigen Antriebsflusswinkel zu bestimmen, kann mindestens eine Flusssonde vorgesehen werden. Über die Teilflusskomponente ist dann der Antriebsflusswinkel bestimmbar. Über dieselbe Anordnung ist ebenfalls die

Drehzahl des Rotors bestimmbar. Die Anordnung und Ausbildung der Flussonden wird später beschrieben.

- 5 Zur regeltechnischen Stabilisierung der Position des Integralrotors muss dessen jeweilige Position bzw. die Abweichung derselben von der Soll-Position ermittelt werden. Dazu ist eine Detektorvorrichtung vorgesehen, welche einen X-Y-Detektor und auch einen Z-Detektor aufweist. Der X-Y-Detektor dient zur Bestimmung der
- 10 Position des Integralrotors in der senkrecht zur Rotationsachse verlaufenden X-Y-Ebene, und der Z-Detektor dient zur Bestimmung der Position des Integralrotors längs der Rotationsachse des Integralrotors.
- 15 Der X-Y-Detektor kann in einer ersten Ausführungsart mehrere Flussonden aufweisen, wie sie auch für die Regelung des Antriebes benutzt werden können. Dabei können die Flussonden Hall-Elemente oder magnetoresistive Flussonden sein; sie werden beispielsweise an einem Zahn des Stators
- 20 befestigt, evtl. durch Klebung, oder in eine Nute des Stators eingebettet.

Fig. 13 zeigt die Kontur des Pumpengehäuses 8 und den darin befindlichen Integralrotor 14, der seine korrekte, mittige

25 Position einnimmt. Die als Punkt sichtbare Rotationsachse 3 bildet den Schnittpunkt eines Achsenkreuzes mit den Achsen X und Y. Das Pumpengehäuse 8 ist von den Spulenkernen 34 oder Statorzähnen umgeben. Im Luftspalt zwischen dem Rotorgehäuse 8 und den Spulenkernen 34 oder den

30 Statorzähnen sind mehrere Flussonden 50x, 50y, 51x, 51y angeordnet, welche Detektorenteil einer Detektoranlage zur Bestimmung Magnetisierungsrichtung (Winkel  $\alpha$  des Integralrotors 14 in der durch die Achsen X und Y definierten, senkrecht zur Rotationsachse 3 verlaufenden

35 X-Y-Ebene sind; diese Lage wird kurz als Winkellage des Integralrotors 34 bezeichnet. Durch die Anordnung von jeweils zwei gegenüberliegenden Flussonden kann der



Einfluss einer Verlagerung des Rotors aus dem Zentrum auf die Bestimmung der Winkellage des Integralrotors kompensiert werden.

- 5 In Fig. 14 ist eine ähnliche Anordnung dargestellt, mit dem Pumpengehäuse 8 und dem darin befindlichen Integralrotor 14, der hier nicht seine korrekte, mittige Lage einnimmt sondern - auf den Achsen X und Y gemessen - um x und y aus dieser Lage verschoben ist, so dass seine Rotationsachse  
10 nicht mit dem Schnittpunkt der Achsen X, Y zusammenfällt. Bei dieser Anordnung befinden sich acht Flussonden 50a bis 50h im Luftspalt zwischen dem Rotorgehäuse 8 und jeder der acht ebenfalls eingezeichneten Spulen 34.
- 15 Die Flussonden dienen hier nicht nur der Bestimmung der Winkellage des Integralrotors, sondern gleichzeitig der Bestimmung seiner X-Y-Position. Dies geschieht durch gewichtete Summation der mit Hilfe der Flussonden gemessenen Teilflüsse über jeweils den halben Umfang in  
20 x-Richtung und y-Richtung und jeweils in der Gegenrichtung, Betragsbildung und anschliessende Differenzbildung (des Anteils in x-Richtung und in Gegenrichtung sowie des Anteils in y-Richtung und in Gegenrichtung).
- 25 Der X-Y-Detektor kann in einer anderen Ausführungsart auch als Wirbelstrom-Distanzsensor ausgebildet sein. Durch einen solchen Wirbelstrom-Distanzsensor wird der Abstand zu der mehrfach erwähnten leitfähigen Schicht in der Rotorscheibe des Integralrotors in der X-Y-Ebene gemessen.
- 30 In einer anderen Ausführungsart gemäss Fig. 15 enthält der X-Y-Detektor Sensorwicklungen 60x, 60y, 61x, 61y. Die übrigen in Fig. 15 dargestellten Elemente entsprechen denen der Fig. 12. Die Sensorwicklungen bestimmen die X-Y-  
35 Position des Integralrotors 14 durch Auswertung ihrer elektrischen Impedanz.

Fig. 16 zeigt den Zusammenhang zwischen Spannung U und Abweichung x des Integralrotors von seiner Soll-Lage in Richtung der Achse X. Daraus ist ersichtlich, dass der Zusammenhang U/x im mittleren, für die Regelung  
5 massgebenden Bereich in erwünschter Weise linear ist, falls das Sensorsignal aus der Differenz von zwei gegenüberliegenden Sensoren mit eingeschränktem, linearem Messbereich gewonnen werden

10 Eine weitere Ausführungsform für die Ausbildung des X-Y-Detektors besteht darin, eine optische Einrichtung zu verwenden, wobei Licht, dessen Wellenlänge im Bereich des optischen Fensters des geförderten Fluids liegt, verwendet wird.

15 Die Detektoreinrichtung weist, wie schon erwähnt, nicht nur den X-Y-Detektor sondern eventuell auch einen Z-Detektor auf, für welchen übliche Detektoreinrichtungen, beispielsweise Wirbelstrom-Distanzsensor benutzt werden.  
20 Der X-Y-Detektor bestimmt die Position des Integralrotors in Richtung der Rotationsachse und emittiert ein Z-Positionssignal, welches als Ist-Wert für die regeltechnische Stabilisierung des Integralrotors in dieser Richtung benutzt wird. Zu dieser regeltechnischen  
25 Stabilisierung dient beispielsweise ein Magnetisierungsstrom, der in der Antriebsrichtung mit einer Stromkomponente in der Flussrichtung aufbringbar ist. Das erwähnte Z-Positionssignal oder das daraus ermittelte Regelsignal dient auch dazu, den Pumpendruck mit Hilfe  
30 einer Druckbestimmungsvorrichtung zu bestimmen.

Ebenfalls aus dem Z-Positionssignal lässt sich, bei Kenntnis der Drehzahl des Integralrotors und der drehmomentbildenden Komponente des Antriebsstroms, die  
35 zeitlich geförderte Menge des Fluids bestimmen.

In Fig. 17 ist ein Beispiel für die Windungszahlen der Drehfeldwicklung und der Steuerwicklung gezeigt, mit welchen eine wenigstens angenähert sinusförmige des Antriebsdurchflutung und Steuerdurchflutung erreicht wird.  
5 Die Zahl der Windungen ist abhängig vom Kosinus, bzw. Sinus des elektrischen Winkels der Lage der Pole.

Bei der in Fig. 18 dargestellten Teslapumpe besteht der scheibenförmige, antreibende Rotor aus der Rotorscheibe 16,  
10 dem Magneten 28, dem Rückschlusseisen 26, sowie der leitenden Schicht 30. Dieser antreibende Rotor 16 ist mit den Pumpenrotorplatten 29 zu einem Integral-Teslapumpenrotor zusammengebaut. Der antreibende Rotor ist seitlich im Integralrotor angeordnet und ist im  
15 Pumpengehäuse 8 mit dem Einlass 10 und dem Auslass 12, eingebaut.

Im Unterschied zur Konstruktion von Fig. 18, beim Integralrotor der Teslapumpe von Fig. 19, der antreibende  
20 Rotor 16 zwischen Pumpenrotorplatten 29 eingebaut.

Das Spaltrohr-Rührwerk von Fig. 20 ist ein Stator mit dem Rückschlusseisen 38 und den Wicklungen 36 im Spaltrohrgehäuse 32 eingebaut. Der Integralrotor 31 umfasst  
25 den eigentlichen Rührer, in den der antreibende Rotor mit Magnetring 28, dem Rückschlusseisen 26 und einer leitenden Schicht 30 integriert ist. Das Spaltrohrgehäuse 32 ist in einer Öffnung im Rührtank 33 eingeführt und kann mit der Dichtung 40 gegen den Aussenraum hin abgedichtet sein. Das  
30 umzurührende Rührgut befindet sich im Innern des Rühr tanks 33.

Beim Spaltrohr-Rührwerk der Fig. 21 ist im Spaltrohr 32 zusätzlich ein elektromagnetisches Axiallager mit dem  
35 Stator 41 und mit einer Statorwicklung 42 eingebaut. Das Rückschlusseisen 43 des Axialmagnetlagers mit dem Stator 41 ist ebenfalls im Rührer 31 integriert.

Der Vorteil einer Lager/Antriebs-Vorrichtung nach dem Prinzip des Reluktanzmotors (Fig. 8) oder Induktionsmotors liegt im Vergleich mit einem permanentmagnetisch erregten Synchronmotor darin, dass der Integralrotor keine teuren Materialien enthält. Dies ist von besonderer Bedeutung, falls der Integralrotor zu einem Wegwerfteil wie beispielsweise bei einer Einweg-Blutpumpe gehört. Nachteilig ist sowohl beim Reluktanzmotor als auch beim Synchronmotor, dass die gesamte Durchflutung zur Erregung des Antriebsfeldes über einen Magnetisierungsstromanteil in der Antriebswicklung aufgebracht werden muss. Bei grossen Luftspalten erfordert die Luftspaltnagnetisierung enorm hohe Magnetisierungsströme, welche ihrerseits grosse Verluste in der Antriebswicklung verursachen. So ist der mit Induktions- und Reluktanzmotoren erreichbare Luftspalt auf wenige mm beschränkt. Eine Ausnahme bilden sehr grosse Motoren.

Eine Lösung diesen Problems wird darin gefunden, dass im Stator der Lager/Antriebs-Vorrichtung Permanentmagnete angeordnet werden, welche einen Unipolarfluss erzeugen (das heisst der Fluss wird über den ganzen Umfang betrachtet entweder nur vom Stator zum Rotor oder in umgekehrter Richtung geleitet). Zusammen mit einer zweipoligen Drehfeldwicklung lassen sich auf den Integralrotor Kräfte in radialer Richtung erzeugen. Mit einer weiteren Drehfeldwicklung mit einer Polpaarzahl  $p > 2$  kann zusätzlich eine rotierende Drehfeldkomponente erzeugt werden, welche sich zum Antrieben des als Kurzschlussläufers oder als Reluktanzmotorläufers ausgestalteten Integralrotors eignet und weder im Zusammenspiel mit dem Unipolarfluss als auch mit der zweipoligen Flusskomponente zu störenden Radialkräften führt. Eine vorteilhafte Ausführungsform einer solchen Rotationsmaschine ist in Figur 2 dargestellt. Sie zeigt den Stator (3) und den Integralrotor (14) der Lager/Antriebs-Vorrichtung. Der Unipolarfluss, dargestellt durch die Unipolarflusslinien (52, 53, 54, 55) sowie durch

weitere Unipolarflusslinien welche nicht benannt sind, wird hier durch zwei ringförmig ausgeführte lateral magnetisierte und beidseitig des Stators angeordnete Permanentmagnete (50, 51) erregt. Natürlich können an  
5 Stelle der Permanentmagnetringe auch mehrere kleine Einzelmagnete eingesetzt werden. Weiter können die Magnete auch ausserhalb der Wicklung angeordnet werden. Die beidseitige Anordnung von Magneten ist deshalb vorteilhaft, weil dadurch die Streufeldlinien welche axial in den Rotor  
10 eindringen symmetrisch sind und somit keine axialen Zugkräfte erzeugen. Die Statorwicklung (4) enthält sowohl Windungen einer zweipoligen Drehfeldwicklung als auch einer höherpoligen Drehfeldwicklung, vorzugsweise mit der Polpaarzahl 3.

15 Die Rotationsmaschine mit einem angetriebenen Rotor und mit einem elektrischen Motor, umfasst einen Stator und einen antreibenden Rotor. Der Stator ist als elektromagnetisches Lager für den antreibenden Rotor ausgebildet und der  
20 antreibende Rotor des Elektromotors bildet mit dem angetriebenen Rotor der Rotationsmaschine eine Rotoreinheit, d.h. einen Integralrotor.

Diese Rotationsmaschine umfasst eine Drehfeldwicklung mit  
25 der Polpaarzahl  $p$  zum Erzeugen eines Antriebsdrehfeldes und zum gesteuerten Drehen des antreibenden Rotors um seine Rotationsachse, sowie eine Steuerwicklung mit der Polpaarzahl  $p+1$  oder  $p+1$  zum Erzeugen eines dem Antriebsdrehfeld überlagerten Steuerfeldes um die radiale  
30 Lage (zwei Freiheitsgrade) des angetriebenen Rotors in seiner Rotationsebene geregelt, d.h. aktiv zu stabilisieren.

Bei der Rotationsmaschine kann der antreibende Teil des  
35 Integralrotors, scheibenförmig, ringförmig glockenförmig, gestaltet sein und der Rotors kann axial, sowie gegen

Verkipfung gegenüber der Statorebene passiv durch Reluktanzkräfte stabilisiert sein.

5 Die Rotationsmaschine kann eine Rotorgeometrie haben, die so ist, dass mindestens einer der nicht aktiv stabilisierten Freiheitsgrade des Rotors, passiv durch hydrostatische oder hydrodynamische Kräfte, durch aerostatische, aerodynamische Kräfte oder durch Gravitationskräfte stabilisiert ist.

10

Bei einer derartige Rotationsmaschine kann der Stator zusammen mit dem antreibenden Rotor einen permanentmagnetisch erregten Synchronmotor oder Reluktanzmotor bilden oder der Stator kann zusammen dem 15 antreibenden Rotor einen Aussenläufermotor bilden.

20

Der permanentmagnetisch antreibende Rotor kann als Ringmagnet, Scheibenmagnet oder als Schalenmagneten ausgebildet sein und kann auch das Rotorrückschlusseisen oder das Eisenkreuz Teil des Integralrotors sein.

25

In einer derartigen Rotationsmaschine kann der Integralrotor zusammen mit einem Teil der Arbeitsvorrichtung als Einheit ausgebildet sein, welche vom Antriebsstator abhebbar ist.

30

Der Antriebsstator der Rotationsmaschine kann aus einzelnen, stabförmigen, radial um den Rotor angeordneten Spulen mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss gebildet sein und jede der Spulen kann je eine Teilwicklungen für jeden Wicklungsstrang der Antriebswicklung und der Steuerwicklung aufweisen

35

Bei der Rotationsmaschine, kann die Windungszahl der Teilwicklungen so gewählt sein, dass die Antriebsdurchflutung und die Steuerdurchflutung geometrisch wenigstens angenähert sinusförmig sind.

- Für eine zweiphasige Lager-Antriebseinheit kann zum Beispiel die Windungszahl jeder Teilwicklung der ersten Phase (sowohl der Antriebswicklung, als auch der Steuerwicklung) einer gegebenen Windungszahl  $N_1$  mal dem
- 5 Kosinus des elektrischen Winkels ihrer Lage  $\alpha$  ( $[N_1 \cos(p \alpha)]$  für die Antriebswicklung und  $[N_1 \cos\{(p \pm 1)\alpha\}]$  für die Steuerwicklung) und die Windungszahl jeder Teilwicklung der zweiten Phase (wiederum sowohl der Antriebswicklung als auch der Steuerwicklung)
- 10 einer gegebenen Windungszahl  $N_2$  mal den Sinus des elektrischen Winkels ihrer Lage  $\alpha$  ( $[N_2 \sin(p \alpha)]$  für die Antriebswicklung und  $[N_2 \sin\{(p \pm 1)\alpha\}]$  für die Steuerwicklung) sein.
- 15 Der Antriebsstator der Rotationsmaschine kann bezogen auf den Rotor in axialer Richtung, aus tempelsäulenartig angeordneten Spulen, als Tempelmotor mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss ausgebildet sein, wobei der Fluss an einem Spulenende, auf der dem magnetischen Rückschluss
- 20 gegenüberliegenden Seite, durch eine zum Rotor hin zeigende L-förmige Verlängerung des Spulenkerne radial zum Rotor hin geführt wird und die Spulen Teilwicklungen für jeden Wicklungsstrang der Antriebswicklung und der Steuerwicklung aufweisen, wobei einzelne Teilwicklungen die Windungszahl 0
- 25 haben können und die wenigstens angenähert sinusförmige geometrische Verteilung der Antriebsdurchflutung und der Steuerdurchflutung durch das Windungszahlverhältnis zwischen den einzelnen Teilspulen gebildet wird.
- 30 Bei der Rotationsmaschine können im Luftspalt zwischen Stator und Rotor und/oder in den Spulenkerne Flusssonden angebracht werden, um eine oder mehrere Teilflusskomponenten zu bestimmen, die mit Mitteln zum Übermitteln der gemessenen Teilflusskomponenten an die
- 35 Antriebs- und Positionsregler des lagerlosen Motors übertragen werden.

Bei der Rotationsmaschine kann durch gewichtete Summation der Teilflüsse über jeweils den halben Umfang in x-Richtung und y-Richtung der Rotationsebene des antreibenden Rotors und in der Gegenrichtung, Betragsbildung und anschliessende Differenzbildung des Anteils in x-Richtung und in Gegenrichtung sowie des Anteils in y-Richtung und in Gegenrichtung, die Rotorposition bestimmt werden. Aus den Teilflüssen kann der Winkel und/oder der Betrag des Antriebsflusswinkels bestimmt werden.

Bei der Rotationsmaschine können in einzelnen Nuten oder zwischen einzelnen Spulenkernen des Antriebsstators Wirbelstromdistanzsensoren angeordnet sein, die den Abstand zu einer leitfähigen Schicht im antreibenden Rotor, in der Rotorebene (xy-Ebene) messen.

Solche Wirbelstromdistanzsensoren können aus einem Metallring, oder einer dünnen Metallschicht oder aus dem leitfähigen Magnetmaterial des antreibenden Rotormagneten bestehen.

In x- und y-Richtung können jeweils zwei gegenüberliegende Distanzsensoren eingesetzt sein und die Komponenten der Position des antreibenden Rotors, in der Rotorebene (xy-Ebene) kann aus der Differenz der Sensorsignale gegenüberliegender Sensoren bestimmt werden. Der Antriebsstator der Rotationsmaschine kann zusätzlich zur Antriebs- und Steuerwicklung Sensorwicklungen aufweisen.

Die axiale Position des antreibenden und des angetriebenen Rotors der Rotationsmaschine, d.h. des Integralrotors kann mit einem Magnetisierungsstrom in einer zusätzlichen Axialspule, geregelt stabilisiert sein.

Bei einer Rotationsmaschine kann zwischen dem Antriebsstator und Integralrotor der Rotationsmaschine ein Spaltrohr angeordnet sein.



Die mit der Rotationsmaschine angetriebene Arbeitsvorrichtung kann beispielsweise eine Rotationspumpe, insbesondere eine medizinische Pumpe zum Pumpen von Blut, ein Rührwerk, eine Turbomaschine, eine Spindel, eine Zentrifuge oder eine Galette sein. Die Rotationspumpe kann beispielsweise eine Axialpumpe, eine Zentrifugalpumpe, eine Seitenkanalpumpe, eine Peripheralpumpe oder eine Teslapumpe sein. Die als Rotationspumpe ausgebildete Rotationsmaschine, kann ein geschlossenes Pumpengehäuse aufweisen, das den Integralrotor enthält, welcher den antreibenden Rotor des Motors und den angetriebenen Rotor der Pumpe umfasst. Das Pumpengehäuse, kann mit Vorteil auf mindestens einer Seite frei zugänglich und austauschbar am Antriebsstator angebracht sein.

Eine solche als Axialpumpe ausgebildete Rotationsmaschine kann einen ringförmigen antreibenden Rotor aufweisen, der das Flügelrad der Axialpumpe ringförmig umgibt (Hohlwellenläufer).

Bei einer solchen als Axialpumpe ausgebildeten Rotationsmaschine, kann das Pumpengehäuse auf einer Seite einen Einlassstutzen und auf einer anderen Seite einen Auslassstutzen aufweisen. Über diese Stutzen kann die Pumpe in den Förderkreislauf eingefügt werden und zwar mit Vorteil derart, dass das Pumpengehäuse mit dem Pumpenrad nach der Demontage der vorzugsweise schlauchartigen Verbindungen vom antreibenden Stator entfernbar ist.

Die Rotationsmaschine kann auch als Zentrifugalpumpe ausgebildet sein, deren ringförmiger oder scheibenförmiger antreibender Rotor in ein Flügelrad, vorzugsweise aus Kunststoff integriert oder an das Flügelrad angebaut ist.

Bei einer als Rotationspumpe ausgebildeten Rotationsmaschine, kann das axiale Rotorpositionssignal oder das Regelsignal der Regelanlage, das zur axialen

Stabilisierung des Rotors genutzt wird auch zum Bestimmen des Pumpendrucks genutzt werden.

Bei einer als Rotationspumpe ausgebildeten  
5 Rotationsmaschine, können Mittel zum Bestimmen des Durchflusses von Fluid durch die Pumpe aus dem axialen Rotorpositionssignal, der Drehzahl des Rotors sowie der drehmomentbildenden Komponente des Antriebsstroms (Q-Komponente) vorgesehen sein.

10 Bei einer als Zentrifugalpumpe ausgebildeten Rotationsmaschine, kann das Pumpengehäuse auf beiden axialen Seiten einen Einlass und zwei Auslässe aufweisen.

15 Bei einer Rotationsmaschine nach der Erfindung kann die axiale Länge des antreibenden Rotors mit Vorteil kleiner oder gleich dem halben Durchmesser dieses Rotors sein.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Rotationspumpe für  
20 Fluide, mit einem hermetisch abgeschlossenen Pumpengehäuse mit mindestens einem Einlass und mindestens einem Auslass für das Fluid und mit einem Pumpenrotor, der durch eine magnetische Lagervorrichtung gelagert und durch eine berührungsfreie elektrische Antriebsvorrichtung antreibbar  
25 ist wobei die magnetische Lagervorrichtung und die berührungsfreie elektrische Antriebsvorrichtung einen lagerlosen Drehfeldmotor mit einem gemeinsamen Lager/Antriebs-Rotor bilden, der mit dem Pumpenrotor zusammen als Integralrotor (14) ausgeführt ist, wobei der  
30 lagerlose Drehfeldmotor eine Antriebswicklung mit einer Polpaarzahl  $p$  und eine Steuerwicklung mit einer Polpaarzahl,  $p+1$  oder  $p-1$  besitzt, derart, dass die Rotation des Integralrotors (14) um seine Rotationsachse (3) mittels der Antriebswicklung und die Position des  
35 Integralrotors (14) in der senkrecht zur Rotationsachse (3) verlaufenden Ebene (X-Y) mittels der Steuerwicklung aktiv steuerbar sind, und die Position des Integralrotors (14)

längs der Rotationsachse (Z) und seine Verkipfung aus der genannten Ebene (X-Y) durch Reluktanzkräfte passiv stabilisiert sind. Die Rotationspumpe kann dabei ein Pumpengehäuse 8 aufweisen bei welchem der Integralrotor 14, der darin aufgenommenen ist von aussen frei zugänglich und ausbaubar angeordnet ist.

Der Integralrotor 14 der Rotationspumpe, kann eine ringartige Rotorscheibe 16 aufweisen, in welcher die elektromagnetisch wirksamen Bauteile 26, 28, 30 enthalten sind, und an welcher die Rotorscheaufeln 18, 19 befestigt sind. Der Pumpenrotor und die elektromagnetisch wirksamen Bauteile 26, 28, 30 können auch in miteinander verschweisste Teile der Rotorscheibe 16 eingebettet oder an ihr angespritzt sein. Bei der Rotationspumpe können die vom geförderten Fluid berührten Flächen des Pumpengehäuses 8 und des Integralrotors 14 aus Kunststoff bestehen.

Das Pumpengehäuse 8 kann einen weiteren axialen Einlass 11 aufweisen, der dem ersten axialen Einlass 10 gegenüberliegt. Das Pumpengehäuse 8 kann auch einen weiteren, mindestens annähernd radialen, Auslass 13 besitzen, der zentralsymmetrisch zum ersten radialen Anlass 12 angeordnet ist. Die Rotationspumpe kann mit Vorteil als Axialpumpe ausgebildet sein (Fig. 9).

Die Rotorscheaufeln 18 können als Flügel eines Flügelrades 24 ausgebildet sein, das in der mittigen Ausnehmung der ringartigen Rotorscheibe 16 befestigt ist.

Die Rotationspumpe kann auch eine Zentrifugalpumpe sein Fig. 11. Bei der Rotationspumpe können die Rotorscheaufeln 18 an einer Fläche der Rotorscheibe 16 angeordnet sein. Die Rotorscheaufeln 18, 19 können an beiden Flächen der Rotorscheibe 16 angeordnet sein.

- Der Lager/Antriebs-Stator des Drehfeldmotors der Rotationspumpe kann mehrere längliche, um den Integralrotor 14 angeordnete Spulenkerne 34 mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss aufweist, wobei jeder Spulenker
- 5 34 eine Teilwicklung des Wicklungsstrangs der Antriebswicklung mit der Polpaarzahl  $p$  und eine Teilwicklung des Wicklungsstrangs der Steuerwicklung mit der Polpaarzahl  $p+1$  oder  $p-1$  enthält, wobei eine sinusförmige geometrische Verteilung der
- 10 Antriebsdurchflutung und der Steuerdurchflutung durch das Verhältnis der Windungszahlen der Teilwicklungen eines Wicklungsstranges angenähert ist. Dabei kann eine der Teilwicklungen die Windungszahl 0 aufweisen.
- 15 Die Spulenkerne 34 der Rotationspumpe können radial zur Rotationssachse 3 des Integralrotors 14 angeordnet sein und die Spulenkerne 34 und das Rückschlusseisen können eine Einheit bilden wobei diese Einheit aus einzelnen Blechen mit langen Nuten geschichtet ist.
- 20 Die Spulenkerne 35 können die Form von L aufweisen, deren eine Schenkel 35a parallel zur Rotationsachse 3 des Integralrotors 14 angeordnet sind und deren anderer Schenkel 35b radial einwärts zur Rotationsachse 3 des Integralrotors 14 gerichtet sind, um den Fluss radial zum
- 25 Integralrotor 14 zu führen.
- Der Drehfeldmotor kann auch ein Synchronmotor sein, wobei dieser ein Reluktanzmotor oder ein permanentmagnetisch erregbarer Synchronmotor ist.
- 30 In einer Rotationspumpe kann eine Einrichtung vorgesehen sein, um mindestens eine Teilflusskomponente zu ermitteln, durch welche der für die Antriebsregelung des lagerlosen Motors notwendige Antriebsflusswinkel bestimmbar ist. Diese
- 35 Einrichtung kann mindestens eine Flusssonde 50x, 50y, 51x, 51yn, 50a bis 50h aufweisen. Weiter kann die Rotationspumpe eine Detektoreinrichtung zur Bestimmung der Position des

Integralrotors 14 aufweisen. Diese Detektoreinrichtung kann einen X-Y-Detektor aufweisen, um die Position des Integralrotors (14) längs der Achsen X und Y zu bestimmen. Der X-Y-Detektor kann mindestens eine Flussonde 50x, 50y, 51x, 51y, 50a bis 50h aufweisen.

Es können mehrere symmetrisch verteilte Flussonden 50x, 50y, 51x, 51y, 50a bis 50h vorgesehen sein, zur Messung von Teilflüssen an diskreten Stellen, und aus den Teilflüssen kann zusätzlich zum Drehwinkel des Motors über den Antriebsflusswinkel, durch gewichtete Summation der Teilflüsse über jeweils den halben Umfang in positiver und negativer X- und Y-Richtung, Betragsbildung und anschliessende Differenzbildung des Anteils in positiver und negativer X-Richtung sowie des Anteils in positiver und negativer Y-Richtung die X- und die Y-Komponente der Position des Integralrotors (14) bestimmt werden.

Bei einer derartigen Rotationspumpe kann mindestens eine Flussonde 50x, 50y, 51x, 51y, 50a bis 50h im Luftspalt zwischen dem Pumpengehäuse 8 und dem Lager/Antriebsstator angeordnet sein, wobei die mindestens eine Flussonde 50x, 50y, 51x, 51y, 50a bis 50h im Spulenkern 34, 35 angeordnet sein kann. Die mindestens eine Flussonde kann ein Hallelement enthalten. Die mindestens eine Flussonde könnte aber auch eine magnetoresistive Flussonde sein.

Die mindestens eine Flussonde kann auf einem Zahn des Stators des Drehfeldmotors befestigt, beispielsweise aufgeklebt sein. Die mindestens eine Flussonde kann in einer Ausdehnung eines Zahns des Stators des Drehfeldmotors eingebettet sein. Der X-Y-Detektor kann mindestens einen Wirbelstromdistanzsensor enthalten, um damit den Abstand zu einer leitfähigen Schicht im Integralrotor in der X-Y-Ebene zu messen.

Die leitfähige Schicht 30 kann aus einem Metallring oder einer dünnen Metallschicht oder aus dem, aus leitfähigem Material, beispielsweise NdFe, gefertigten Magneten 28 bestehen.

5

Bei der Rotationspumpe können in X- und in Y-Richtung jeweils zwei einander gegenüberliegende, Sensorsignale ermittelnde Wirbelstromdistanzsensoren vorgesehen sein, um die Komponenten der Position des Integralrotors in der X-Y-Rotorebene aus der Differenz der Sensorsignale der einander gegenüberliegenden Wirbelstromdistanzsensoren zu gewinnen.

10

Der X-Y-Detektor kann Sensorwicklungen enthalten, welche zusätzlich zur Antriebs- und Steuerwicklung im Stator des Drehfeldmotors angeordnet sind, um die Position des Integralrotors 14 indem die elektrischen Impedanz der Sensorwicklungen bestimmt wird. Der X-Y-Detektor kann auch eine optische Einrichtung enthalten, um die Position des Integralrotors mit Licht, dessen Wellenlänge im optischen Bereich des Fluids liegt, zu messen. Die Detektoreinrichtung kann auch einen Z-Detektor zur Bestimmung der axialen Position des Integralrotors und zum ermitteln eines entsprechenden Z-Positionssignal umfassen.

20

Das Z-Positionssignal kann den Ist-Wert für die Ermittlung eines Regelsignals für eine regeltechnische Stabilisierung der axialen Position des Integralrotors bilden. Zur regeltechnischen Stabilisierung der axialen Position des Integralrotors kann ein Magnetisierungsstrom in der Antriebswicklung mit einer Stromkomponente in der Flussrichtung aufgebracht werden.

25

30

Es kann auch eine Druckmessvorrichtung angeordnet sein, um aus dem Z-Positionssignal oder aus dem daraus ermittelten Regelsignal den Pumpendruck zu bestimmen.

35

Es kann zudem eine Durchflussbestimmungsvorrichtung vorgesehen sein, um aus dem Z-Positionssignal und der Drehzahl des Integralrotors und der drehmomentbildenden Komponente des Antriebsstroms den Durchfluss zu bestimmen.

5

Beim elektromagnetischen Drehantrieb mit einem magnetisch gelagerten Rotor, für eine Arbeitseinrichtung, ist der Stator des Drehantriebs auch als magnetisches Lager für den Rotor ausgebildet und umfasst einen Statorteil mit einer Antriebswicklung zum Erzeugen eines p-polpaarigen Antriebs-  
10 Drehfeldes zum Antreiben des Rotors. Weiter umfasst der Drehantrieb eine Lagerwicklung für den Drehantrieb und zum Erzeugen eines (p+1)-polpaarigen oder (p-1)-polpaarigen Lagerfeldes sowie eine Regeleinrichtung zum Regeln des  
15 Lagerfeldes in einer Ebene, und damit zum Bestimmen der Lage des Rotors in dieser Ebene quer zu seiner Drehachse. Der Stator und Rotor sind derart ausgebildet, dass der Rotor durch Rückstellkräfte / Reluktanzkräfte in seiner Lage stabilisiert wird.

20

Beim elektromagnetischen Drehantrieb kann der Stator zusammen mit einem Teil der anzutreibenden Arbeitsvorrichtung einen permanentmagnetisch erregten Synchronmotor oder Reluktanzmotor bilden.

25

Der elektromagnetische Drehantrieb, kann 2p-polpaarig ausgebildet sein und der Rotor, kann als Magnet, beispielsweise als Ring-, Scheiben- bzw. Schalenmagnet ausgebildet sein, mit oder ohne Rückschlusseisen, oder das  
30 Eisenkreuz Teil eines rotierenden Teils der Arbeitseinrichtung ausgebildet sein.

Bei einem derartigen elektromagnetischer Drehantrieb kann die anzutreibende Arbeitseinrichtung mit dem Rotor als  
35 Einheit ausgebildet sein, die vom Stator abhebbar ist. Beim elektromagnetischer Drehantrieb kann die geometrische Verteilung der Antriebsdurchflutung und der

Lagerdurchflutung mit Hilfe der Windungszahlverhältnisse der einzelnen Teilspulen angenähert sein.

5 Der Stator kann aus einzelnen radial um den Rotor angeordneten Spulen mit gemeinsamem magnetischem Rückschluss aufgebaut sein und die Spulenkerne können je eine Wicklung der Antriebswicklung und der Steuerwicklung tragen.

10 Der Stator kann, bezogen auf den Rotor in axialer Richtung, aus tempelsäulenartig angeordnete Spulen (Tempelmotor) mit gemeinsamem magnetischem Rückschluss aufgebaut sein, deren Spulenkerne einen L-förmige Teil aufweisen, der radial zum Rotor hin führt, wobei tempelsäulenartig angeordnete Spulen  
15 Teilwicklungen der Antriebs- und der Steuerwicklung aufweisen.

Beim elektromagnetischen Drehantrieb kann im Luftspalt zwischen Stator und Rotor eine oder mehrere Sonden wie  
20 Hallelemente oder magnetorestriktive Elemente zum Bestimmen des magnetischen Flusses oder von magnetischen Teilflüssen oder Wirbelstrom-Distanzsensoren, angeordnet sein, deren Messwerte der Antriebs- und Positionsregelung zugeführt werden, um daraus den Antriebsflusswinkel des lagerlosen  
25 Motors zu bestimmen und zu regeln.

Die Position des Rotors kann bei einem derartigen elektromagnetischen Drehantrieb auch mit Hilfe von Impedanzmessungen von Sensorwicklungen im Stator, mit  
30 Ultraschallechographie, oder optisch bestimmt werden.

Die axiale Position des Rotors des Drehantriebs kann durch das Aufbringen eines Magnetisierungsstroms in der Antriebswicklung oder mit einer zusätzlichen Axialspule auf  
35 der einen Seite des Rotors, geregelt und stabilisiert werden.



Der elektromagnetische Drehantrieb ist als Antrieb für eine Radialpumpe, eine Axialpumpe, eine Zentrifugalpumpe, eine Teslapumpe, ein Misch- oder ein Rührwerk geeignet. Dabei kann der Pumpenrotor, bzw. der Misch- oder Rührrotor, sowie  
5 der Rotor des Motors, mit Kunststoff ummantelt sein.

Wenn der elektromagnetische Drehantrieb als Antrieb für eine Pumpe, verwendet wird, kann aus dem axialen Rotorpositionssignal oder aus dem für die axiale  
10 Stabilisierung erforderlichen Regelsignal der Pumpendruck bestimmt werden. Oder es kann aus dem axialen Rotorpositionssignal, der Drehzahl des Rotors sowie der drehmomentbildenden Komponente des Antriebsstroms (Q-Komponente) der Durchfluss der Pumpe bestimmt werden.

15 Derartige, beschriebene elektromagnetische Drehantriebe, eignen sich als Antrieb für eine Rotationspumpe zum Pumpen von Blut. Solche Blutpumpen werden beispielsweise bei medizinischen Operationen verwendet.

20 Bei einem elektromagnetischen Drehantrieb nach der Erfindung ist die axiale Länge des antreibenden Rotors mit Vorteil kleiner oder gleich dem halben Durchmesser dieses Rotors.

25 Eine Rotationsmaschine nach der Erfindung kann auch miniaturisiert, beispielsweise als in Tier oder Mensch implantierbare Blutpumpe ausgeführt sein.

30 Die Rotationsmaschine umfasst einen angetriebenen Rotor 2 und einen elektrischen Motor 4, 14, mit einem Stator 4 und einem antreibenden Rotor. Der Stator 4 ist auch als elektromagnetisches Lager 4, 14 für den antreibenden Rotor 14 ausgebildet und der antreibende Rotor 14 des  
35 Elektromotors 4, 14 bildet mit dem angetriebenen Rotor 2 der Rotationsmaschine eine Rotoreinheit 2, 14, d.h. die beiden Rotoren 2, 14 bilden einen Integralrotor 2, 14. Die

Rotationsmaschine kann beispielsweise eine Rotationspumpe, Zentrifugalpumpe, Zentrifuge, oder ein Rührwerk sein. Der Rotor 2, 14 kann vom Stator 4 leicht entfernbar konstruiert sein.

## Patentansprüche

1. Rotationsmaschine mit einem angetriebenen Rotor (2) und mit einem elektrischen Motor (4, 14), mit einem  
5 Stator (4) und einem antreibenden Rotor (14) dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (4) auch als elektromagnetisches Lager (4, 14) für den antreibenden Rotor (14) ausgebildet ist und der antreibende Rotor (14) des Elektromotors (4, 14) mit dem angetriebenen  
10 Rotor (2) der Rotationsmaschine eine Rotoreinheit (2, 14), d.h. einen Integralrotor (2, 14) bildet.
2. Rotationsmaschine nach Anspruch 1 mit  
einer Drehfeldwicklung mit der Polpaarzahl  $p$  zum  
15 Erzeugen eines Antriebsdrehfeldes und zum gesteuerten Drehen des antreibenden Rotors um seine Rotationsachse, und mit  
einer Steuerwicklung mit der Polpaarzahl  $p+1$  oder  $p-1$  zum Erzeugen eines dem Antriebsdrehfeld  
20 überlagerten Steuerfeldes,  
um die radiale Lage (zwei Freiheitsgrade) des angetriebenen Rotors in seiner Rotationsebene geregelt, d.h. aktiv zu stabilisieren.
- 25 3. Rotationsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher der antreibende Teil des Integralrotors, scheibenförmig, ringförmig glockenförmig, gestaltet ist, und dass der Rotors axial, sowie gegen Verkipfung gegenüber der Statorebene passiv durch Reluktanzkräfte  
30 stabilisiert ist.
4. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3 bei welcher der Stator zusammen mit dem antreibenden Rotor einen Aussenläufermotor bildet.
- 35 5. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bei welcher der Integralrotor zusammen mit einem Teil der

Arbeitsvorrichtung als Einheit ausgebildet ist, welche vom Antriebsstator abhebbar ist.

6. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5 bei  
5 welcher der Antriebsstator aus einzelnen, stabförmigen, radial um den Rotor angeordneten Spulen mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss aufgebaut ist und jede Spule Teilwicklungen für jeden  
10 Wicklungsstrang der Antriebswicklung und der Steuerwicklung aufweisen
7. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
15 bei welcher die Windungszahl der Teilwicklungen so gewählt ist, dass die Antriebsdurchflutung und die Steuerdurchflutung geometrisch wenigstens angenähert sinusförmig ist.
8. Rotationsmaschine nach Anspruch 7, mit zweiphasiger  
20 Wicklung, bei welcher die Windungszahl jeder Teilwicklung der ersten Phase einer gegebenen Windungszahl  $N_1$  bzw.  $N_2$  mal dem Kosinus des elektrischen Winkels  $\alpha$  ihrer Lage  
25 ( $[N_1 \times \cos(p \alpha)]$  für die Antriebswicklung und  $[N_1 \times \cos\{(p+1)\alpha\}]$  für die Steuerwicklung) und die Windungszahl jeder Teilwicklung der zweiten Phase einer gegebenen Windungszahl  $N_1$  bzw.  $N_2$  mal dem Sinus des elektrischen Winkels  $\alpha$  ihrer Lage  
30 ( $[N_2 \times \sin(p \alpha)]$  für die Antriebswicklung und  $[N_2 \times \sin\{(p+1)\alpha\}]$  für die Steuerwicklung) ist oder umgekehrt.
9. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8 bei  
35 welchem der Antriebsstator bezogen auf den Rotor in axialer Richtung, aus tempelsäulenartig angeordneten Spulen, als Tempelmotor mit einem gemeinsamen magnetischen Rückschluss ausgebildet ist wobei der Fluss an einem Spulenende, auf der dem magnetischen

- 5       Rückschluss gegenüberliegenden Seite, durch eine zum Rotor hin zeigende L-förmige Verlängerung des Spulenkerns radial zum Rotor hin geführt wird und die Spulen Teilwicklungen für jeden Wicklungsstrang der Antriebswicklung und der Steuerwicklung aufweisen, wobei einzelne Teilwicklungen die Windungszahl 0 haben können und die wenigstens angenähert sinusförmige geometrische Verteilung der Antriebsdurchflutung und der Steuerdurchflutung durch das
- 10       Windungszahlverhältnis zwischen den einzelnen Teilspulen gebildet wird.
10.     Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher in einzelnen Nuten oder zwischen einzelnen
- 15       Spulenkernen des Antriebsstators Wirbelstromdistanzsensoren angeordnet sind, die den Abstand zu einer leitfähigen Schicht im antreibenden Rotor, in der Rotorebene (xy-Ebene) messen.
- 20     11.   Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10 bei welcher in x- und y-Richtung jeweils zwei gegenüberliegende Distanzsensoren eingesetzt sind und die Komponenten der Position des antreibenden Rotors, in der Rotorebene (xy-Ebene) aus der Differenz der
- 25       Sensorsignale gegenüberliegender Sensoren bestimmt wird.
12.   Rotationsmaschine nach Anspruch 1 bis 11 bei welcher im Antriebsstator zusätzlich zur Antriebs- und
- 30       Steuerwicklung Sensorwicklungen angeordnet sind.
13.   Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei welcher die axiale Position des Rotors durch das Aufbringen eines Magnetisierungsstroms in der
- 35       Antriebswicklung oder mit einer zusätzlichen Axialspule auf der einen Seite des Rotors, geregelt und stabilisiert wird.

14. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13 bei der zwischen Antriebsstator und Integralrotor ein Spaltrohr angeordnet ist.
- 5
15. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, als Rotationspumpe ausgebildet, mit einem geschlossenen Pumpengehäuse, das den Integralrotor enthält, welcher den antreibenden Rotor des Motors und den angetriebenen Rotor der Pumpe umfasst.
- 10
16. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, als Rotationspumpe ausgebildet, mit einem Pumpengehäuse, das auf mindestens einer Seite frei zugänglich und austauschbar am Antriebsstator angebracht ist.
- 15
17. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, als Axialpumpe ausgebildet, mit einem ringförmigen antreibenden Rotor, der das Flügelrad der Axialpumpe ringförmigen umgibt (Hohlwellenläufer).
- 20
18. Rotationsmaschine als Axialpumpe ausgebildet, nach einem der Ansprüche 1 bis 17, als Axialpumpe ausgebildet, deren Pumpengehäuse auf einer Seite einen Einlassstutzen und auf einer anderen Seite einen Auslassstutzen aufweist, über welche Stutzen die Pumpe in den Förderkreislauf eingefügt wird, derart, dass das Pumpengehäuse mit Pumpenrad nach Demontage der vorzugsweise schlauchartigen Verbindungen vom antreibenden Stator entfernbar ist.
- 25
- 30
19. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18, als Zentrifugalpumpe ausgebildet, deren ringförmiger oder scheibenförmiger antreibender Rotor in ein Flügelrad, vorzugsweise aus Kunststoff integriert oder an das Flügelrad angebaut ist.
- 35

20. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
als Rotationspumpe ausgebildet, bei welcher das axiale  
Rotorpositionssignal oder das Regelsignal der  
Regelanlage, das zur axialen Stabilisierung des Rotors  
notwendig ist zum Bestimmen des Pumpendrucks genutzt  
wird.
21. Rotationsmaschine, als Rotationspumpe ausgebildet,  
nach einem der Ansprüche 1 bis 20, mit Mitteln zum  
Bestimmen des Durchflusses von Fluid durch die Pumpe  
aus dem axialen Rotorpositionssignal, der Drehzahl des  
Rotors sowie dem Antriebsstroms.
22. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21,  
bei welchem die axiale Länge des antreibenden Rotors  
kleiner oder gleich dem halben Durchmesser dieses  
Rotors ist.
23. Rotationsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass im Stator Mittel  
vorhanden sind, welche im Elektromotor einen  
Unipolarfluss erzeugen und dass der Stator eine  
zweipolige Drehfeldwicklung enthält, über welche sich  
auf den Rotor wirkende, radiale magnetische Kräfte  
steuern lassen und dass der Stator eine weitere  
Drehfeldwicklung mit einer Polpaarzahl  $p \geq 2$  enthält,  
über welche sich ein Drehfeld zum Antreiben des Rotors  
erzeugen lässt.
24. Rotationsmaschine Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Unipolarfluss im Elektromotor durch  
Permanentmagnete erzeugt wird.

1 / 12

Fig.1

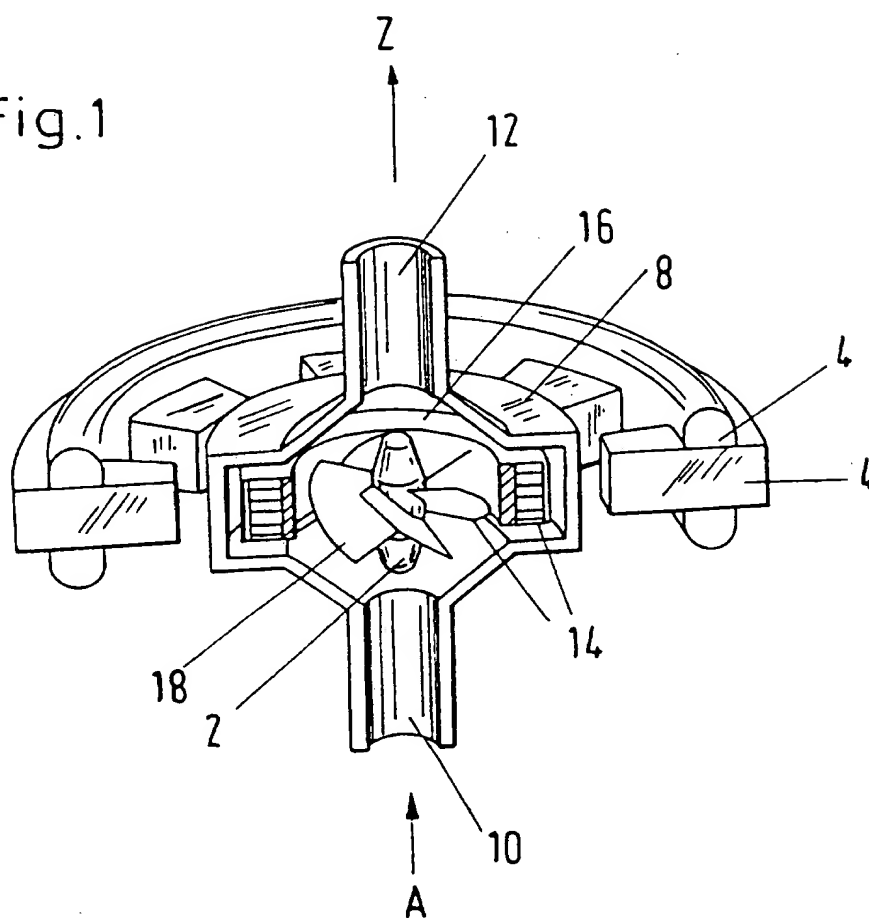


Fig.2

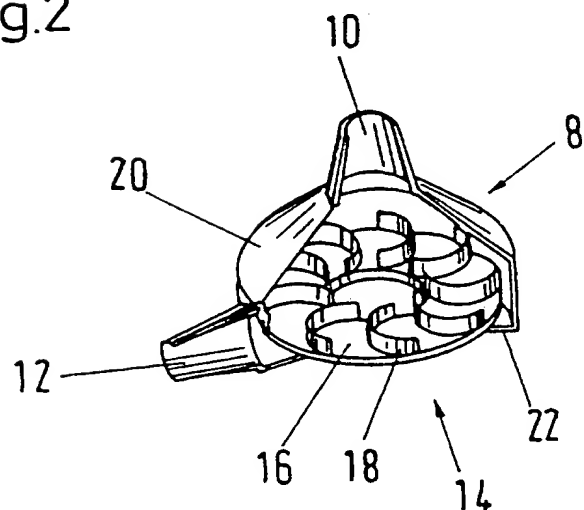




Fig.3

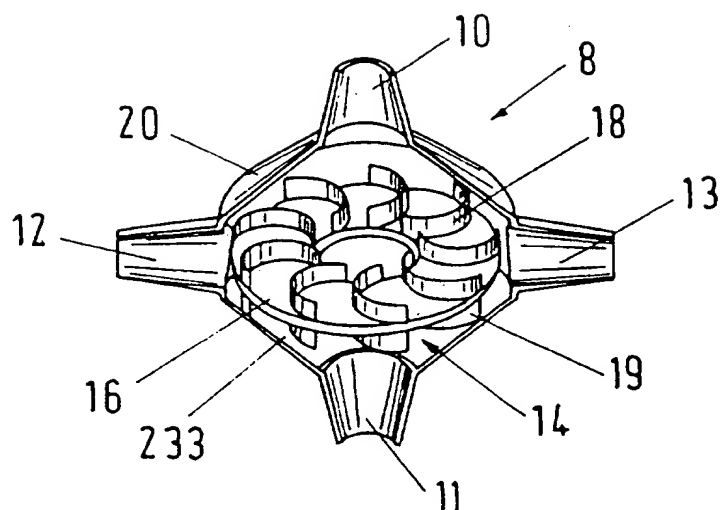


Fig.4

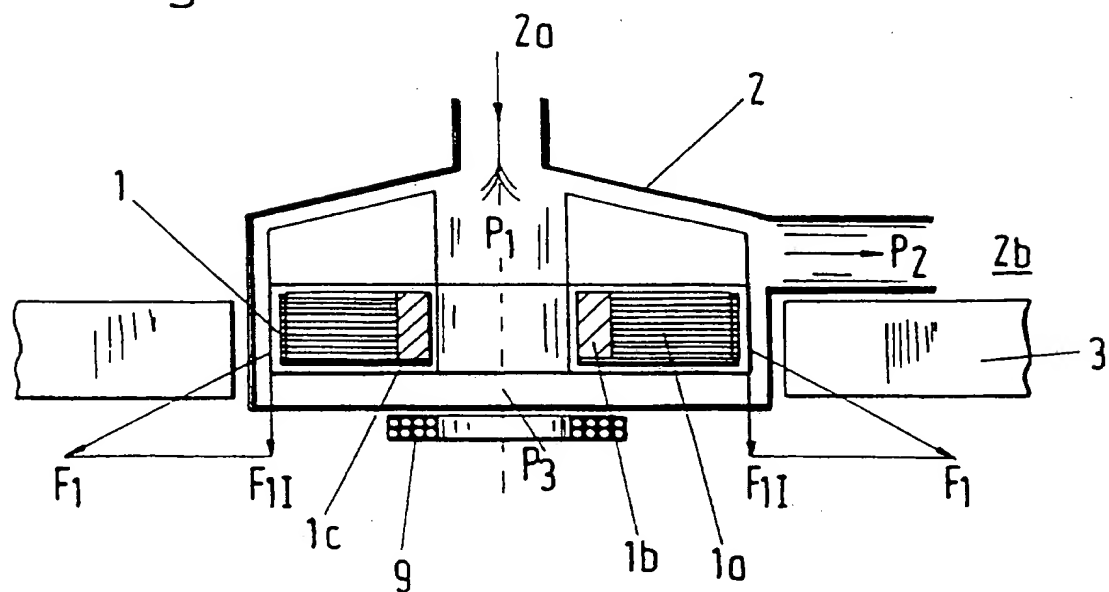


Fig.5

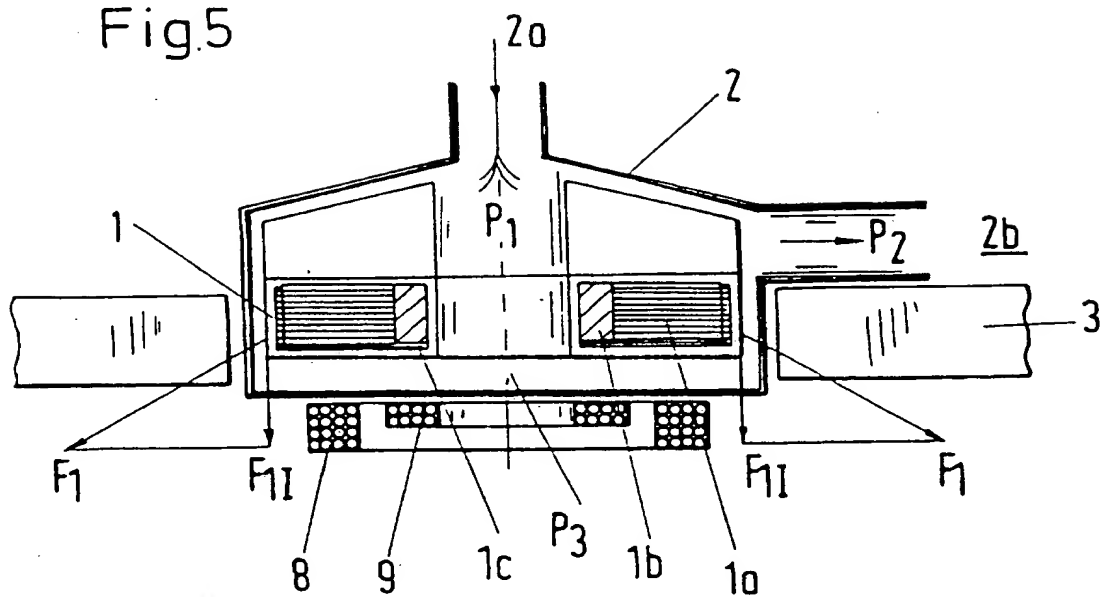
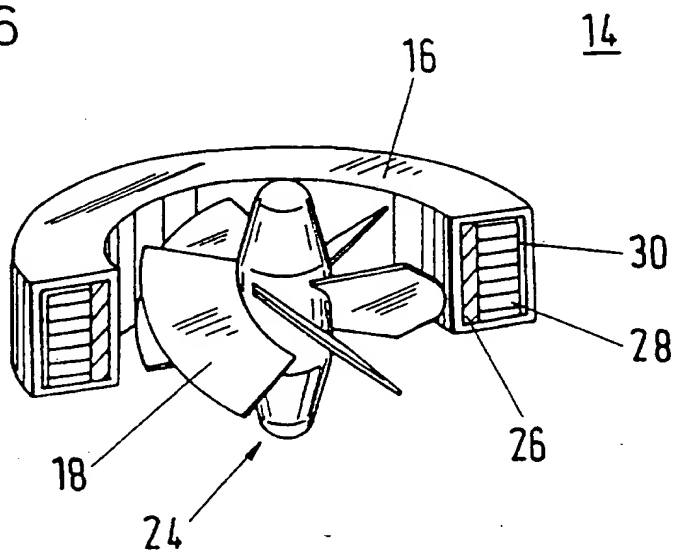


Fig.6



4 / 1 2

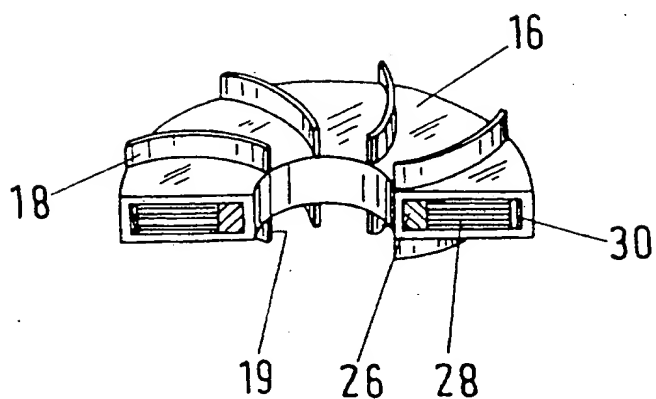


Fig.7

14

Fig.8

14

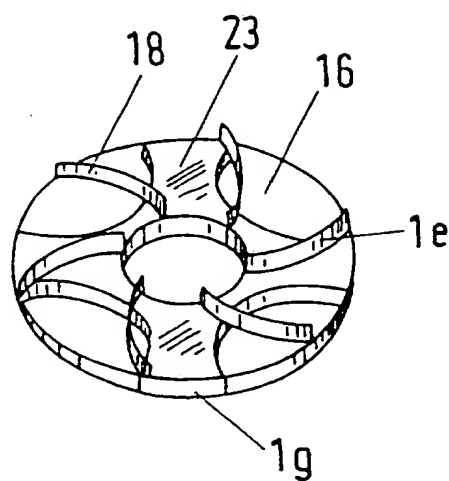
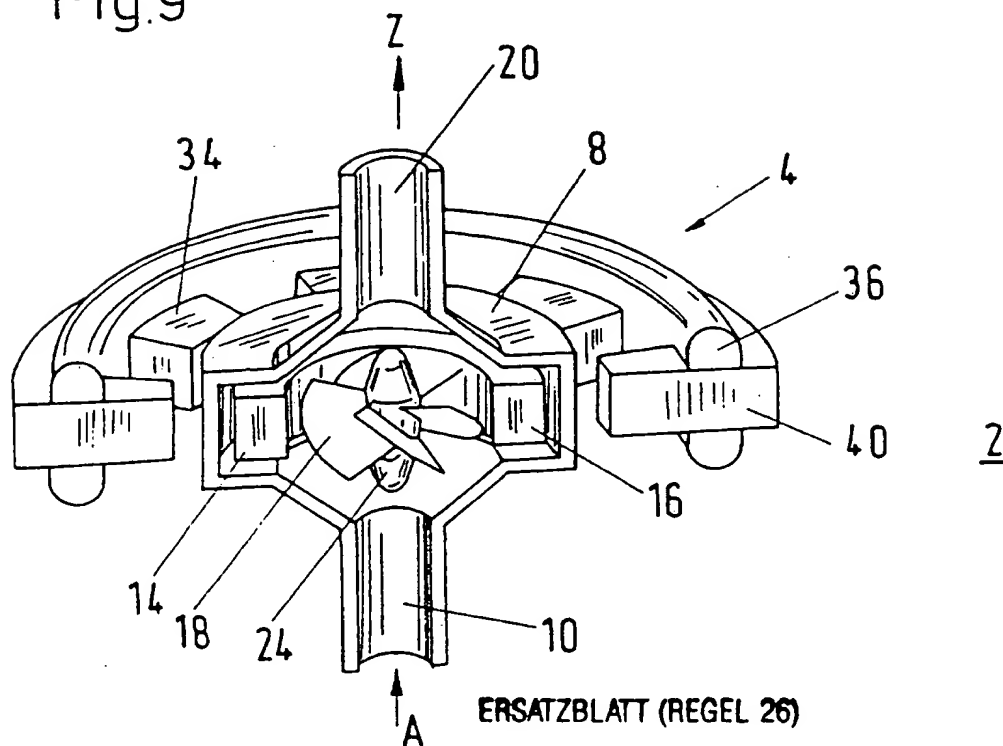


Fig.9



5 / 1 2

Fig.10

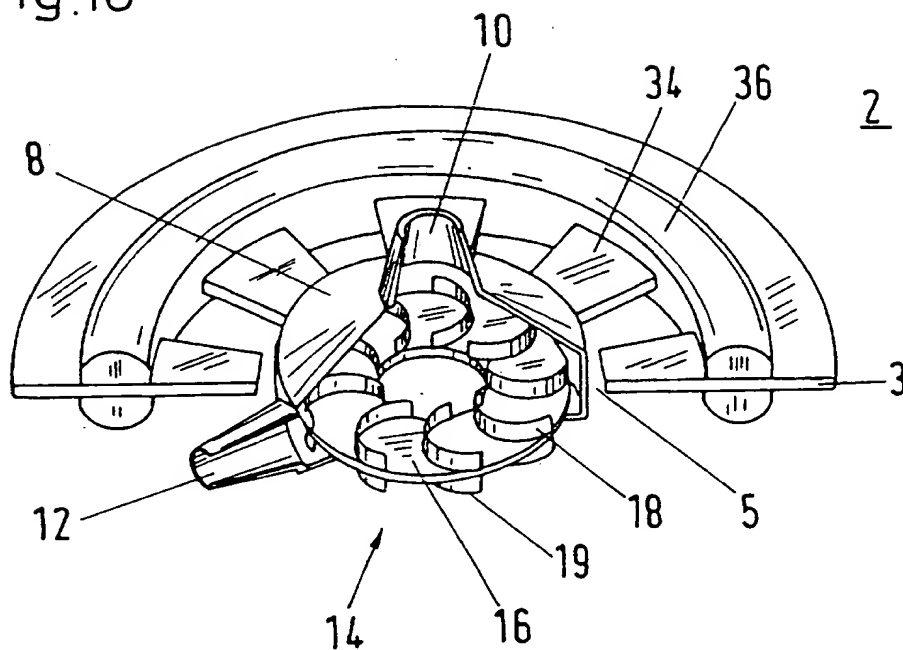
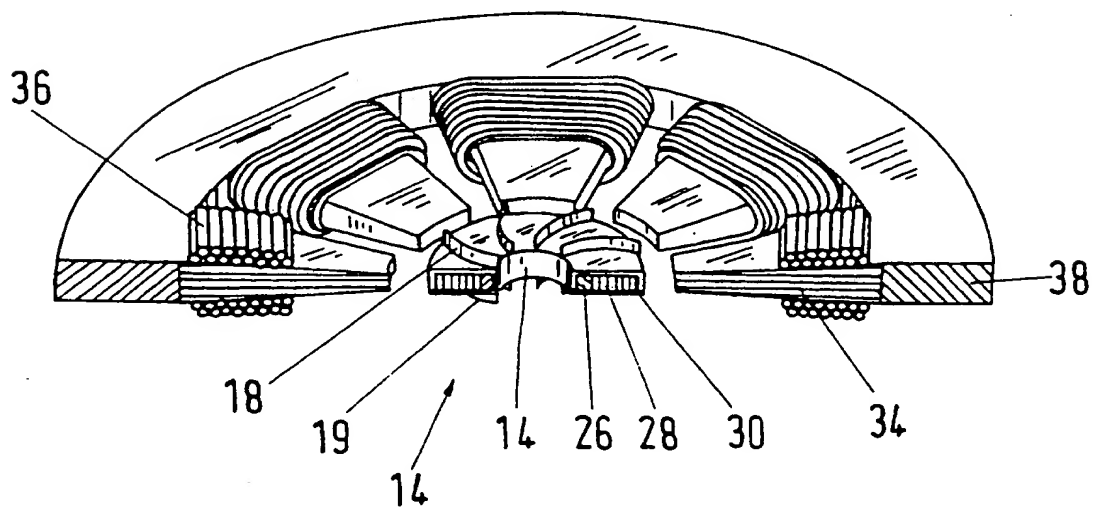


Fig.11



6 / 1 2

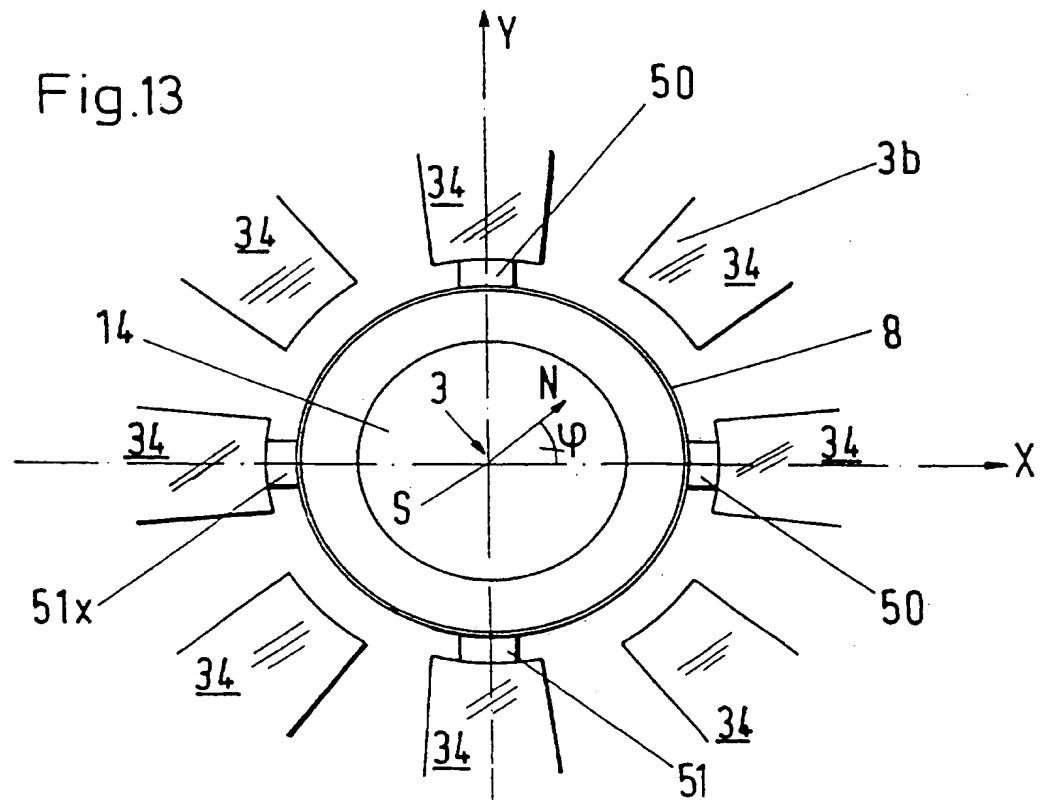
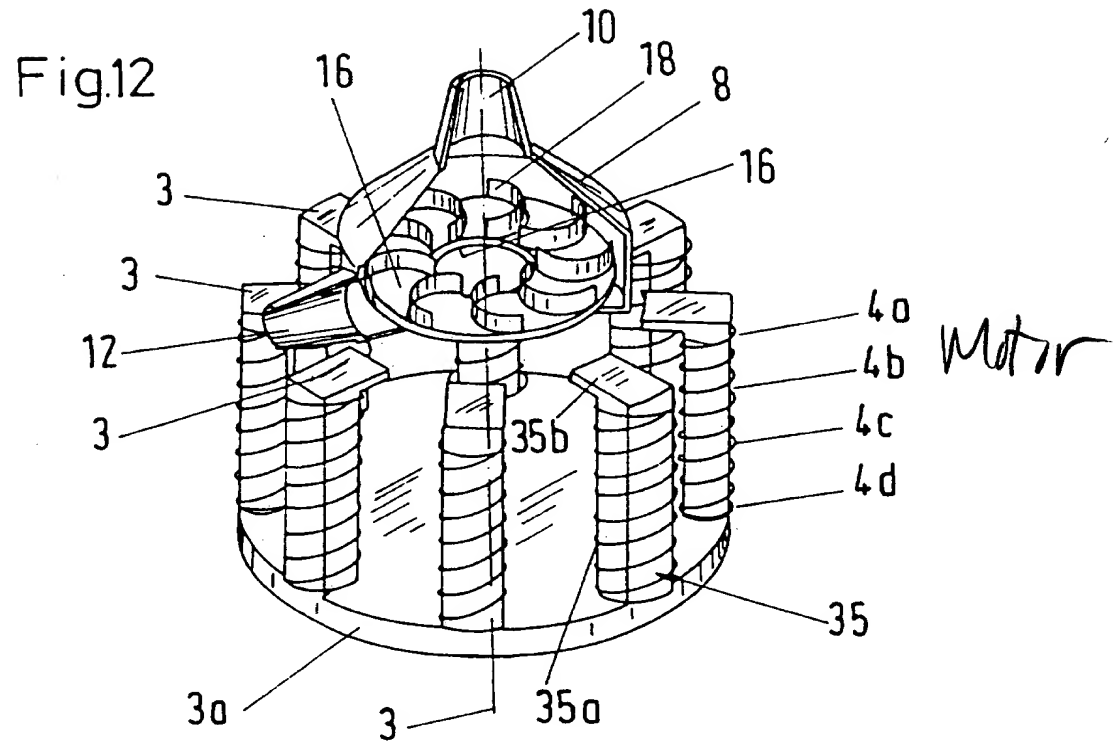


Fig.14

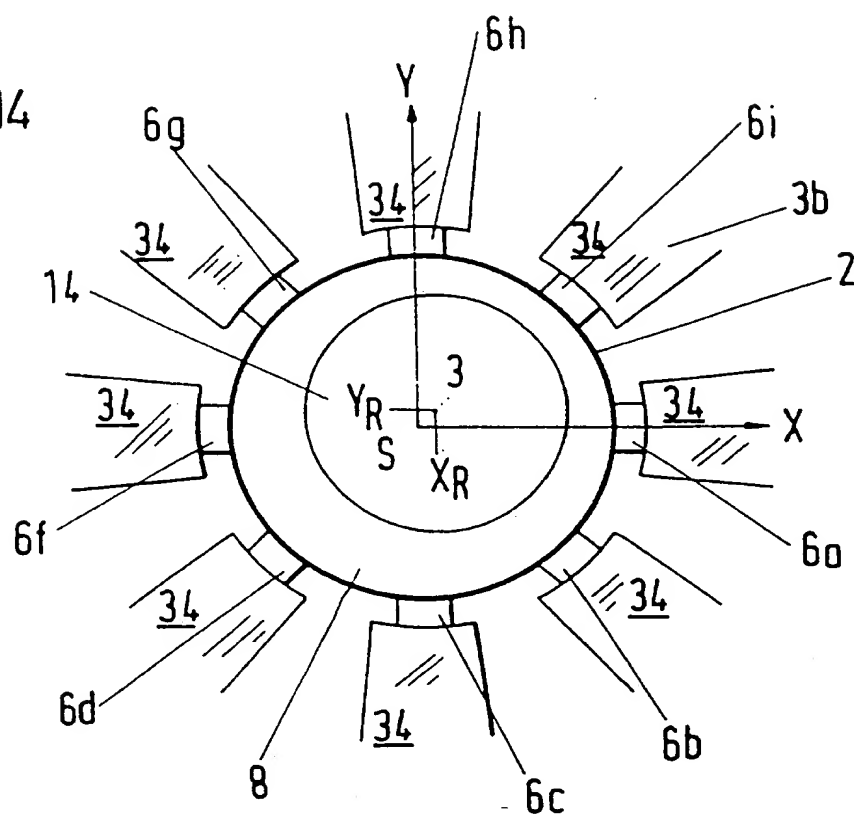
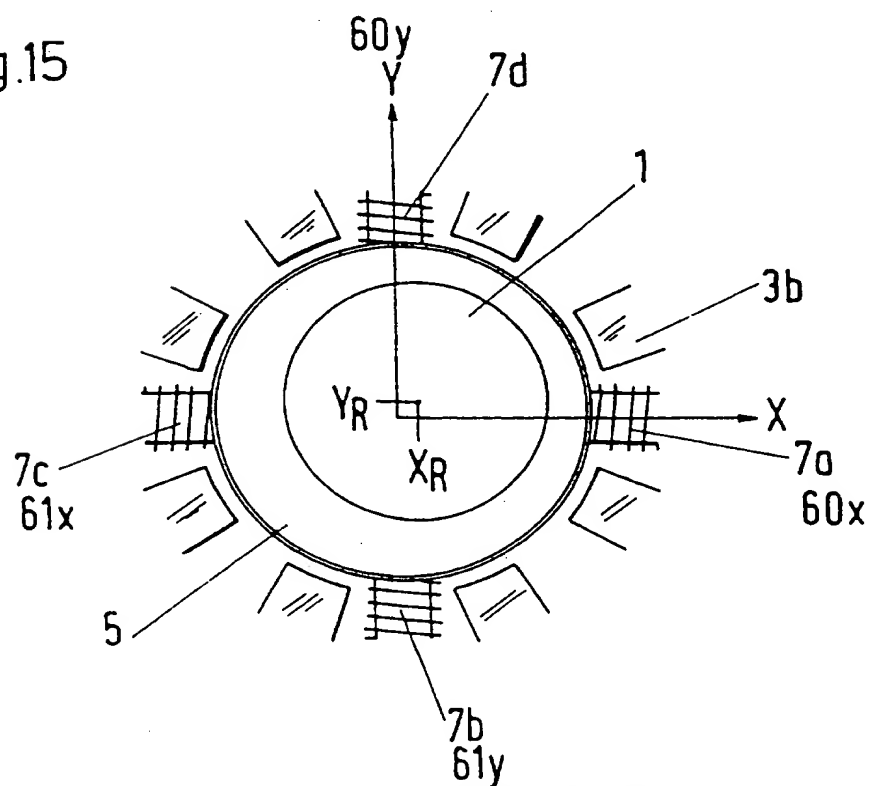
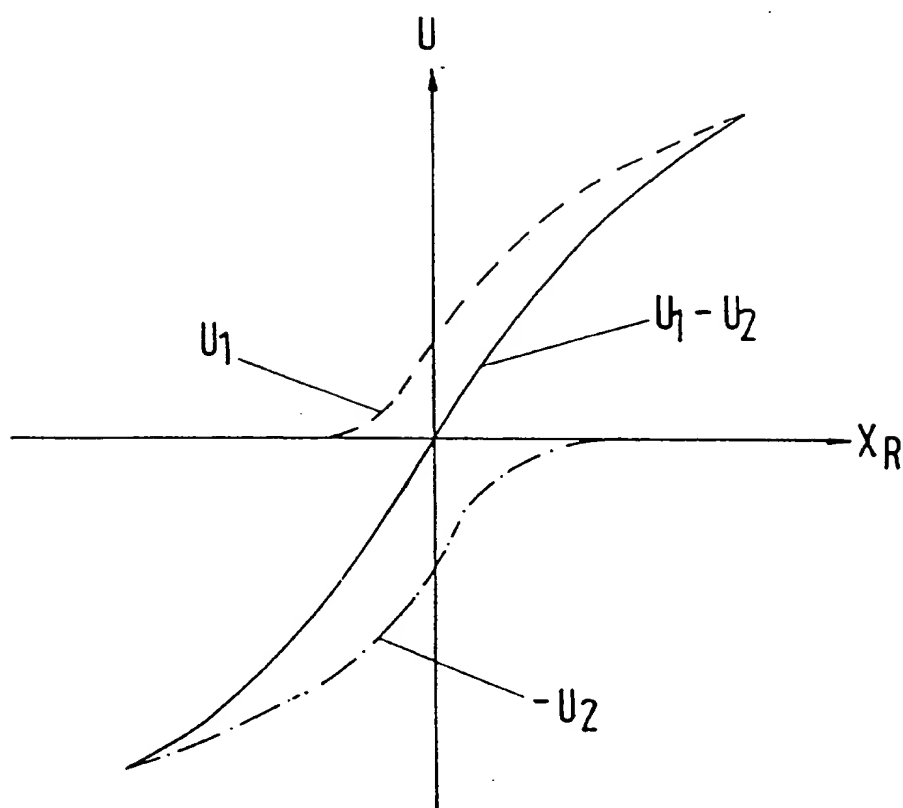


Fig.15



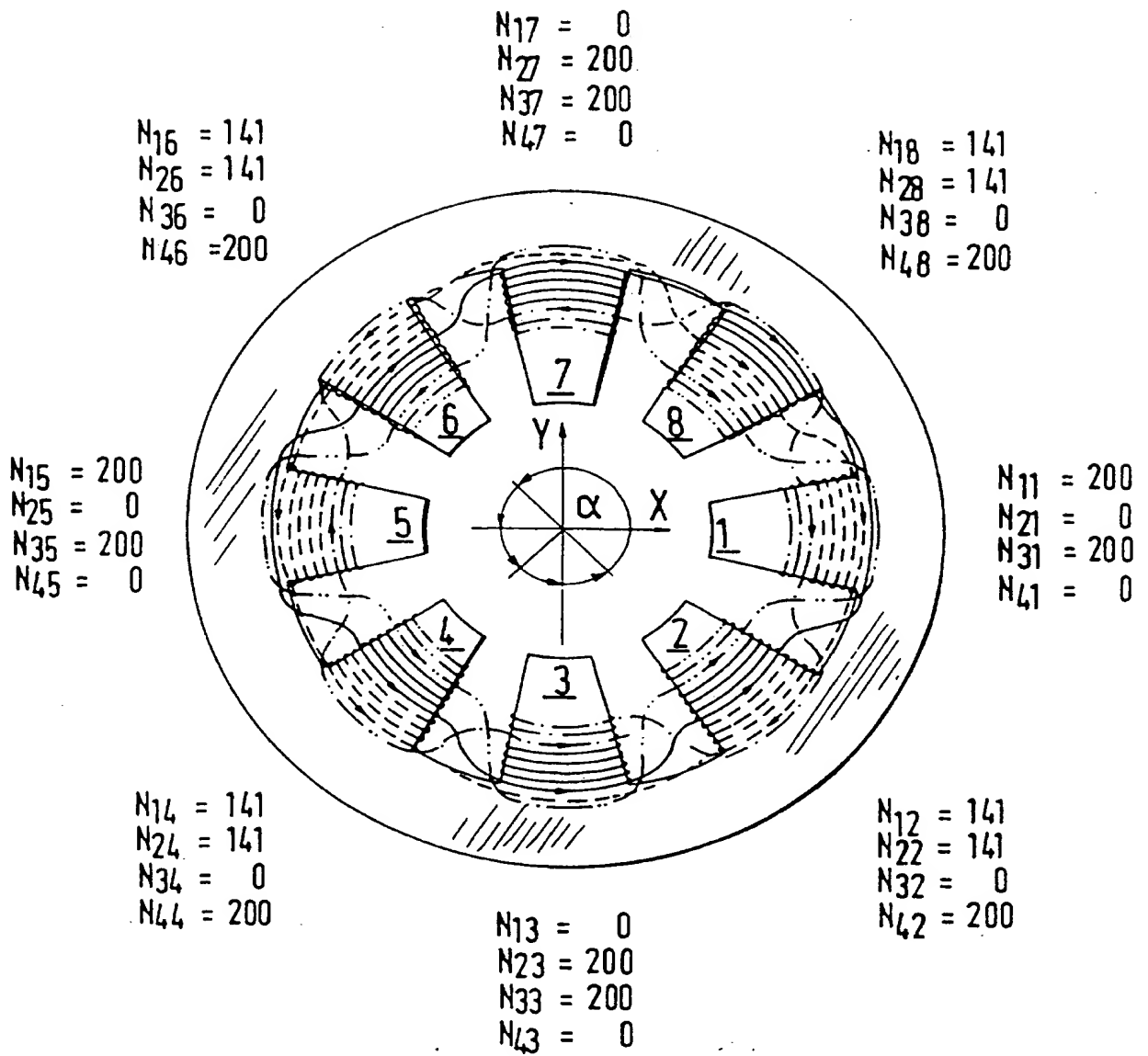
8 / 1 2

Fig.16



9 / 1 2

Fig.17

 $P_1=1, m=2$ ---  $W_1$ —  $W_2$  $P_2=2, m=2$ ---  $W_3$ ---  $W_4$



10 / 1 2

Fig. 18

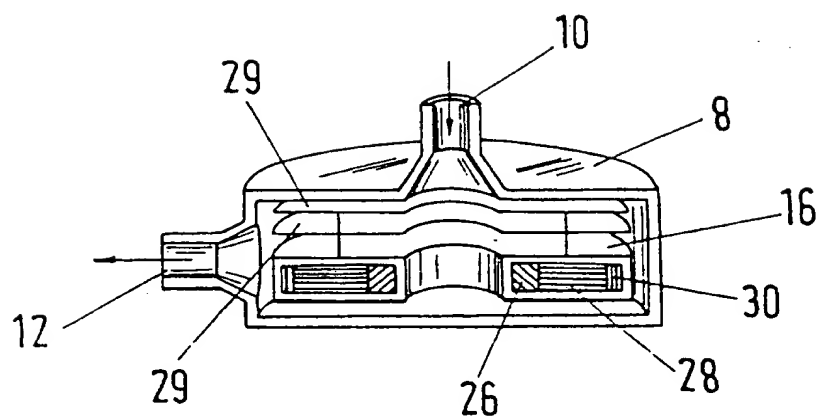
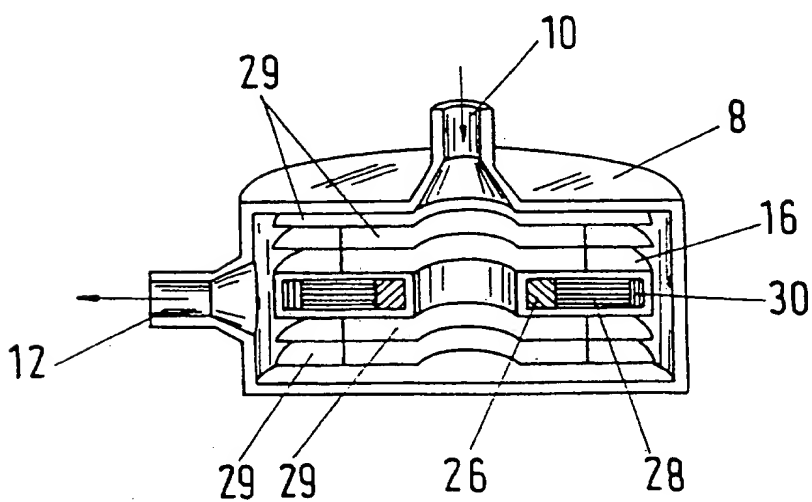


Fig. 19



11 / 12

Fig.20

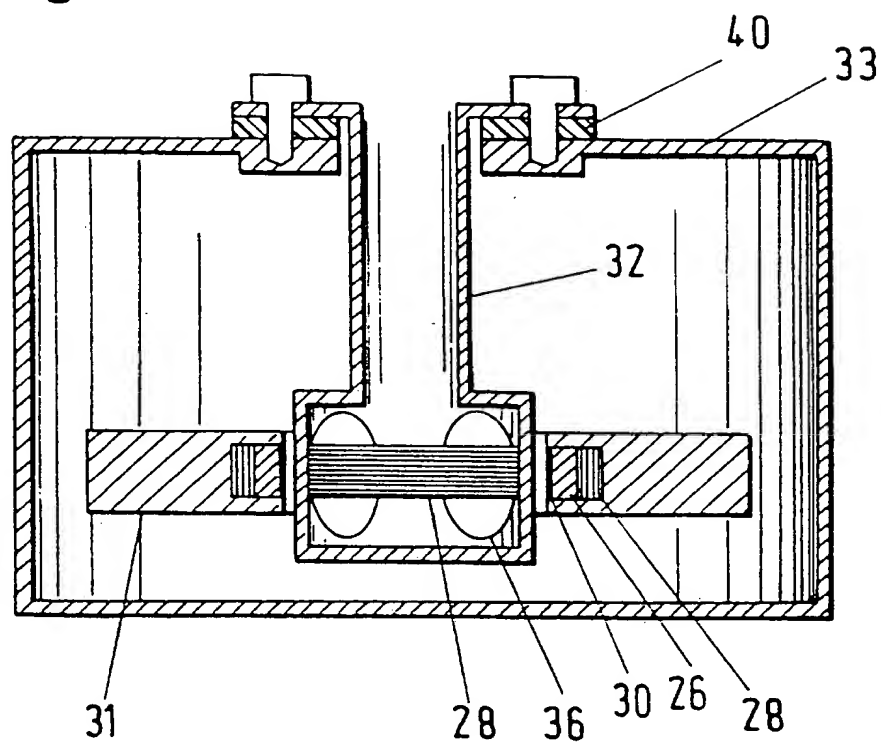
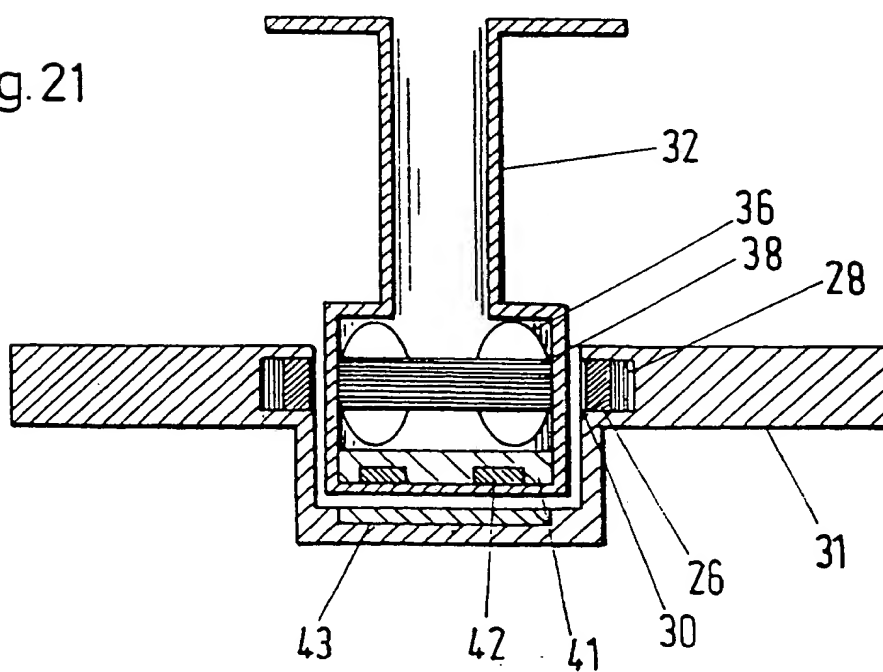
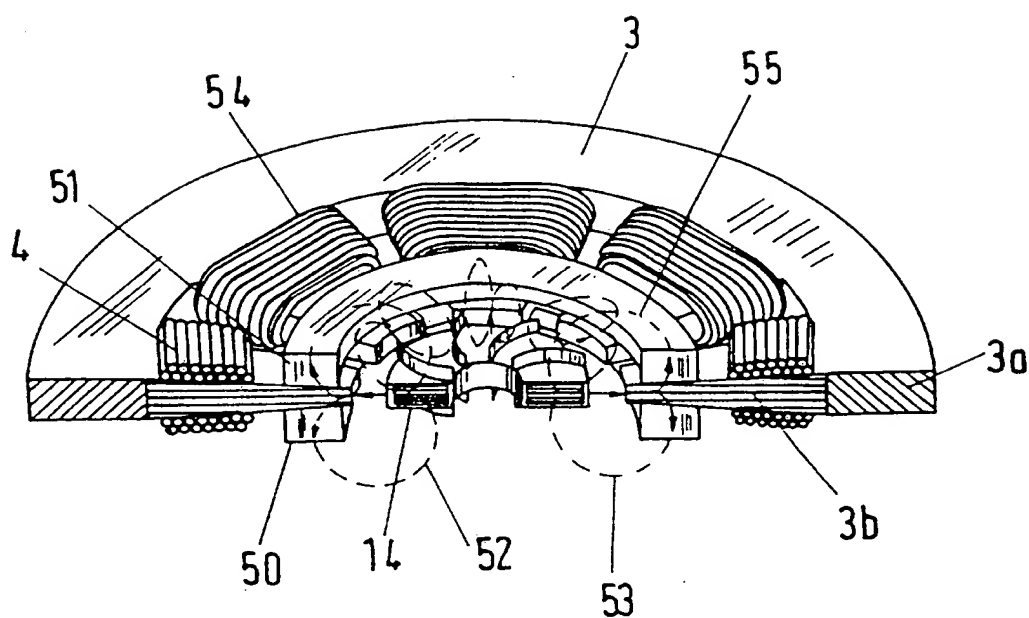


Fig.21



12 / 1 2

Fig.22



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No  
PCT/CH 96/00117

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 H02K7/09 F04D29/04 F04D13/06 F04D5/00 F04D29/42 F04D1/00 A61M1/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H02K F04D A61M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO,A,88 07842 (NIMBUS MEDICAL INC) 20 October 1988	1,3,22
Y	see page 2, line 12 - line 21  see page 5, line 17 - line 21 see page 6, line 12 - page 7, line 26 see page 8, line 13 - page 9, line 1 see page 10, line 6 - page 11, line 2 see abstract; figures ---	2,5,7, 10,12, 14,15, 17,19
Y	DE,A,24 06 790 (LICENTIA GMBH) 14 August 1975	2,7
A	see page 2, line 13 - line 16 see page 3, line 21 - line 26 see figures --- -/-	1,8,9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
11 July 1996	17. 07. 96	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer  Haegeman, M	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/CH 96/00117

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE,U,91 08 432 (ROERIG FARMACEUTICI ITALIANA) 29 August 1991	5,14,15
A	see page 3, line 15 - line 20 see claim 1; figures ---	16,18
Y	EP,A,0 378 251 (BRAMM GUNTHER WALTER OTTO ;OLSEN DON B DR (US); NOVAK PAVEL (DE)) 18 July 1990 see column 7, line 13 - line 47 see abstract; figures ---	17,19
Y	US,A,5 237 229 (OHISHI TETSUO) 17 August 1993 see column 2, line 68 - column 3, line 6 see abstract; figures ---	10
Y	DE,A,24 57 084 (LICENTIA GMBH) 10 June 1976 see claim 1 ---	12
A	US,A,4 944 748 (BRAMM GUNTER W ET AL) 31 July 1990 see column 2, line 52 - line 61 see column 3, line 36 - line 50 see column 4, line 47 - line 66 see abstract -----	1-24

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter. Appl. Application No

PCT/CH 96/00117

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8807842	20-10-88	US-A- 4779614 AU-B- 1701888 CA-A- 1323467	25-10-88 04-11-88 26-10-93
DE-A-2406790	14-08-75	DE-A- 2457084 GB-A- 1500809 NL-A- 7501466	10-06-76 15-02-78 12-08-75
DE-U-9108432	29-08-91	IT-B- 1243345 AT-T- 134515 DE-D- 69117367 DE-T- 69117367 EP-A- 0467234 ES-T- 2083487 JP-A- 4241872 US-A- 5322413	10-06-94 15-03-96 04-04-96 11-07-96 22-01-92 16-04-96 28-08-92 21-06-94
EP-A-0378251	18-07-90	DE-D- 3280454 DE-T- 3280454 WO-A- 8203176 EP-A- 0060569 US-A- 4688998	07-07-94 08-12-94 30-09-82 22-09-82 25-08-87
US-A-5237229	17-08-93	EP-A- 0566806	27-10-93
DE-A-2457084	10-06-76	DE-A- 2406790 GB-A- 1500809 NL-A- 7501466	14-08-75 15-02-78 12-08-75
US-A-4944748	31-07-90	US-A- 5078741 US-A- 5385581 US-A- 5326344	07-01-92 31-01-95 05-07-94

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH 96/00117

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
IPK 6	H02K7/09 F04D1/00	F04D29/04 A61M1/10
F04D13/06 F04D5/00 F04D29/42		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPK 6 H02K F04D A61M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO,A,88 07842 (NIMBUS MEDICAL INC) 20. Oktober 1988	1,3,22
Y	siehe Seite 2, Zeile 12 - Zeile 21  siehe Seite 5, Zeile 17 - Zeile 21 siehe Seite 6, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 26 siehe Seite 8, Zeile 13 - Seite 9, Zeile 1 siehe Seite 10, Zeile 6 - Seite 11, Zeile 2 siehe Zusammenfassung; Abbildungen --- -/-	2,5,7, 10,12, 14,15, 17,19
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Juli 1996		17. 07. 96
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Haegeman, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH 96/00117

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE,A,24 06 790 (LICENTIA GMBH) 14.August 1975	2,7
A	siehe Seite 2, Zeile 13 - Zeile 16 siehe Seite 3, Zeile 21 - Zeile 26 siehe Abbildungen ---	1,8,9
Y	DE,U,91 08 432 (ROERIG FARMACEUTICI ITALIANA) 29.August 1991	5,14,15
A	siehe Seite 3, Zeile 15 - Zeile 20 siehe Anspruch 1; Abbildungen ---	16,18
Y	EP,A,0 378 251 (BRAMM GUNTHER WALTER OTTO ;OLSEN DON B DR (US); NOVAK PAVEL (DE)) 18.Juli 1990 siehe Spalte 7, Zeile 13 - Zeile 47 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	17,19
Y	US,A,5 237 229 (OHISHI TETSUO) 17.August 1993 siehe Spalte 2, Zeile 68 - Spalte 3, Zeile 6 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	10
Y	DE,A,24 57 084 (LICENTIA GMBH) 10.Juni 1976 siehe Anspruch 1 ---	12
A	US,A,4 944 748 (BRAMM GUNTER W ET AL) 31.Juli 1990 siehe Spalte 2, Zeile 52 - Zeile 61 siehe Spalte 3, Zeile 36 - Zeile 50 siehe Spalte 4, Zeile 47 - Zeile 66 siehe Zusammenfassung -----	1-24



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 96/00117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-8807842	20-10-88	US-A- 4779614	25-10-88
		AU-B- 1701888	04-11-88
		CA-A- 1323467	26-10-93
DE-A-2406790	14-08-75	DE-A- 2457084	10-06-76
		GB-A- 1500809	15-02-78
		NL-A- 7501466	12-08-75
DE-U-9108432	29-08-91	IT-B- 1243345	10-06-94
		AT-T- 134515	15-03-96
		DE-D- 69117367	04-04-96
		DE-T- 69117367	11-07-96
		EP-A- 0467234	22-01-92
		ES-T- 2083487	16-04-96
		JP-A- 4241872	28-08-92
		US-A- 5322413	21-06-94
EP-A-0378251	18-07-90	DE-D- 3280454	07-07-94
		DE-T- 3280454	08-12-94
		WO-A- 8203176	30-09-82
		EP-A- 0060569	22-09-82
		US-A- 4688998	25-08-87
US-A-5237229	17-08-93	EP-A- 0566806	27-10-93
DE-A-2457084	10-06-76	DE-A- 2406790	14-08-75
		GB-A- 1500809	15-02-78
		NL-A- 7501466	12-08-75
US-A-4944748	31-07-90	US-A- 5078741	07-01-92
		US-A- 5385581	31-01-95
		US-A- 5326344	05-07-94

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**